

Міністерство освіти і науки України
Вінницький національний технічний університет

Матеріали XLVI науково-технічної конференції
підрозділів Вінницького національного
технічного університету (НТКП ВНТУ–2017)

15-24 березня 2017 року

Збірник доповідей

Вінниця
ВНТУ
2017

УДК 001
М34

Видається за рішенням Вченої ради Вінницького національного технічного університету Міністерства освіти і науки України

Головний редактор: В. В. Грабко
Відповідальний за випуск: С. В. Павлов

Робоча група з підготовки конференції:
Голова робочої групи: проректор з наукової роботи ВНТУ Павлов С. В.;
Заступник голови робочої групи: начальник НДЧ ВНТУ Богачук В. В.;
Члени робочої групи:
заступники деканів факультетів з наукової роботи;
заступник директора ІнЕБМД з наукової роботи;
директор ІРВЦ Власюк А. І.;
начальник відділу з питань інтелектуальної власності Кондратьєва Л. М.;
провідний інженер відділу з питань інтелектуальної власності Петросюк Т. А.

М34 Матеріали XLVI науково-технічної конференції підрозділів Вінницького національного технічного університету (НТКП ВНТУ–2017) [Електронне мережне наукове видання] : збірник доповідей. – Вінниця : ВНТУ, 2017.

ISBN 978-966-641-742-1

Збірник містить тексти доповідей XLVI регіональної науково-технічної конференції професорсько-викладацького складу, науковців, аспірантів та студентів Вінницького національного технічного університету з участю працівників підприємств м. Вінниці та Вінницької області з загально-інженерних, технічних, гуманітарних та фундаментальних наук.

НТКП ВНТУ проводиться у вигляді конференцій навчальних інститутів, факультетів, конференції Головного центру виховної роботи та конференції гуманітарних підрозділів. Кожна конференція має власну тематику, оргкомітет, строки проведення пленарних та секційних засідань, та складається з однієї або кількох секцій.

УДК 001

ISBN 978-966-641-742-1

© Вінницький національний технічний університет, укладання, оформлення, 2017

Зміст

НТК ВНТУ. Факультет будівництва, теплоенергетики та газопостачання.....	1979
Секція теплогазопостачання	
<i>Віталій Володимирович Петрусь</i> ОЦІНКА ЕНЕРГООЩАДНОСТІ БАГАТОКВАРТИРНИХ БУДИНКІВ М. ВІННИЦІ	1980
<i>Віктор Олександрович Мілейковський</i> СПРОЩЕНА ГЕОМЕТРИЧНА ТА КІНЕМАТИЧНА МОДЕЛЬ ПРИМЕЖОВИХ ШАРІВ З ТУРБУЛЕНТНОЮ МАКРОСТРУКТУРОЮ	1984
<i>Катерина Володимирівна Колесник, Георгій Сергійович Ратушняк</i> МОДЕЛЮВАННЯ КІНЕТИКИ ПЕРЕМІШУВАННЯ СУБСТРАТУ В БІОГАЗОВІЙ УСТАНОВЦІ З ЧАШКОВИМ ПЕРЕМІШУВАЧЕМ	1986
<i>Роман Степанковський, Георгій Сергійович Ратушняк</i> ЕНЕРГОЕФЕКТИВНІ РЕГУЛЮВАЛЬНІ ПРИСТРОЇ ВИТРАТИ АЕРОДИНАМІЧНИХ ПОТОКІВ СИСТЕМ ВЕНТИЛЯЦІЇ ТА АСПІРАЦІЇ	1988
<i>В'ячеслав Васильович Джеджула</i> СИСТЕМИ ВЕНТИЛЯЦІЇ ЗІ ЗМІННОЮ ВИТРАТОЮ ПОВІТРЯ: ОСОБЛИВОСТІ ПРОЕКТУВАННЯ ТА ЕКСПЛУАТАЦІЇ	1990
<i>Андрій Очеретний, Георгій Сергійович Ратушняк, Ульяна Медведєва</i> ЕФЕКТИВНІСТЬ ПІДВИЩЕННЯ ТЕРМІЧНОГО ОПОРУ ОГОРОДЖУЮЧИХ КОНСТРУКЦІЙ ЖИТЛОВИХ БУДІВЕЛЬ	1993
<i>Ольга Ігорівна Ободянська, Георгій Сергійович Ратушняк</i> МОНИТОРИНГ КОРОЗІЇ ПІДЗЕМНИХ СТАЛЕВИХ ГАЗОРОЗПОДІЛЬНИХ МЕРЕЖ	1995
<i>Ігор Анатолійович Пономарчук</i> АНАЛІЗ ОСОБЛИВОСТЕЙ ПРОЕКТУВАННЯ СИСТЕМ ВЕНТИЛЯЦІЇ ПІДЗЕМНИХ ПАРКІНГІВ ДЛЯ ЛЕГКОВИХ АВТОМОБІЛІВ	1997
<i>Марина Свідеревич, Георгій Сергійович Ратушняк</i> МОДЕЛЮВАННЯ ПРОГНОЗОВАНОЇ НАДІЙНОСТІ ТРУБОПРОВІДІВ ТЕПЛОВИХ МЕРЕЖ	1999
<i>Наталія Михайлівна Слободян, Олександр Паламарчук, Богдан Голоднюк</i> РЕКОНСТРУКЦІЯ СИСТЕМ ЦЕНТРАЛІЗОВАНОГО ТЕПЛОПОСТАЧАННЯ ТА ОПАЛЕННЯ ЖИТЛОВИХ БУДИНКІВ	2001
<i>Іван Коцєєв, Георгій Сергійович Ратушняк</i> НАПРЯМКИ ПІДВИЩЕННЯ ЕНЕРГОЕФЕКТИВНОСТІ БІОКОНВЕРСІЇ ШЛЯХОМ ЗМЕНШЕННЯ ЕНЕРГОЗАТРАТ НА ВИРОБНИЦТВО БІОГАЗУ	2004
<i>Людмила Ладняк</i> ТЕПЛОХОЛОДОПОСТАЧАННЯ БУДІВЕЛЬ З ВИКОРИСТАННЯМ НИЗЬКОПОТЕНЦІЙНОЇ ТЕПЛОВОЇ ЕНЕРГІЇ ЗЕМЛІ	2006
<i>Марія Корпанюк, Георгій Ратушняк</i> ДОЦІЛЬНІСТЬ ВИКОРИСТАННЯ ТЕПЛОВИХ НАСОСІВ В ЕНЕРГОЕФЕКТИВНИХ СИСТЕМАХ ОПАЛЕННЯ	2008
<i>Максим Чорний</i> СИСТЕМА ПІДГОТОВКИ ПОВІТРЯ ДЛЯ МЕДИЧНИХ ТА ФАРМАЦЕВТИЧНИХ ПІДПРИЄМСТВ	2010
<i>Євген Гащинський</i> КВАРТИРНІ УТИЛІЗАТОРИ ТЕПЛОТИ ВИТЯЖНОГО ПОВІТРЯ	2012
<i>Олена Живелюк</i> ПОВІТРОПРОВІДИ ДЛЯ СИСТЕМ ПНЕВМОТРАНСПОРТУ: ОСОБЛИВОСТІ РОЗРАХУНКУ ТА ЕКСПЛУАТАЦІЇ	2015
<i>Тетяна Олійник</i> ВЕНТИЛЯЦІЯ ПРИМІЩЕНЬ АВТОСТОЯНОК: НОРМАТИВНІ ВИМОГИ ТА ПІДХОДИ ДО ЕНЕРГОЗБЕРЕЖЕННЯ	2017
<i>Дмитро Сергійович Байбак</i> ВИКОРИСТАННЯ АЛЬТЕРНАТИВНОГО ДЖЕРЕЛА ЕНЕРГІЇ – СОНЯЧНОГО КОЛЕКТОРА В СИСТЕМІ ОПАЛЕННЯ	2019
<i>Олександр Михайлович Паламарчук, Тетяна Юріївна Вовк</i> РЕЗУЛЬТАТИ ВСТАНОВЛЕННЯ ІНДИВІДУАЛЬНИХ СИСТЕМ ОПАЛЕННЯ У БАГАТОПОВЕРХОВИХ ЖИТЛОВИХ БУДИНКАХ	2021
<i>Тетяна Миколаївна Ткаченко, Віктор Олександрович Мілейковський</i> ДОСЛІДЖЕННЯ ТЕПЛОПЕРЕДАЧІ В ЕНЕРГОЕФЕКТИВНИХ ЗЕЛЕНИХ ПОКРІВЛЯХ	2024
<i>Микола Миколайович Кутняк</i> АНАЛІЗ ВІДОМИХ ТА ОБГРУНТУВАННЯ ПЕРСПЕКТИВНИХ ПРИНЦИПОВИХ ТА КОНСТРУКТИВНИХ РІШЕНЬ ВІБРОЕКСТРАКТОРІВ З РІЗНИМИ ТИПАМИ ПРИВОДІВ	2026
<i>Катерина Бауман</i> ПІДВИЩЕННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ ОЧИЩЕННЯ ВОДИ З ВИКОРИСТАННЯМ ГІДРОДИНАМІЧНОЇ КАВІТАЦІЇ.....	2028
<i>Володимир Вячеславович Панкевич, Артур Бричанський</i> СУЧАСНИЙ СТАН ТЕРМОМОДЕРНІЗАЦІЇ ГРОМАДСЬКИХ БУДІВЕЛЬ	2030
<i>Даніїл Олексійович Коваль, Ольга Дмитрівна Панкевич</i> ОГЛЯД СУЧАСНИХ ЕНЕРГОЗБЕРІГАЮЧИХ ТЕХНОЛОГІЙ, ЩО ВИКОРИСТОВУЮТЬСЯ В ГРОМАДСЬКИХ БУДІВЛЯХ	2033
<i>Іван Васильович Коц</i> МОДЕЛЮВАННЯ ТЕПЛОМАСООБМІННИХ ПРОЦЕСІВ В АВТОКЛАВНИХ УСТАНОВКАХ З РЕЦИРКУЛЯЦІЙНИМ АЕРОДИНАМІЧНИМ НАГРІВОМ	2035
<i>Сергій Сторожук</i> УДАРНО-ВІБРАЦІЙНЕ ОБЛАДНАННЯ ДЛЯ ВИГОТОВЛЕННЯ МОНОЛІТНИХ БЕТОННИХ ОСНОВ МЕТОДОМ ПОСЛІДОВНОГО НАРОЩУВАННЯ	2038
<i>Анна Сергіївна Аніпченко</i> ОСОБЛИВОСТІ ЗАСТОСУВАННЯ ЕЛЕКТРИЧНИХ ІНДУКЦІЙНИХ КОТЛІВ В СИСТЕМАХ ОПАЛЕННЯ ТА ГАРЯЧОГО ВОДОПОСТАЧАННЯ	2040

Олег Горюн ТЕОРЕТИЧНІ ТА ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНІ ДОСЛІДЖЕННЯ ВПЛИВУ ВІБРАЦІЙ НА ЗМЕНШЕННЯ СИЛ ТЕРТЯ ПІД ЧАС ІМПУЛЬСНОГО НАСИЧЕННЯ ПОРИСТИХ МАТЕРІАЛІВ	2043
Надія Олегівна Дишкант ОПАЛЕННЯ ІНДИВІДУАЛЬНОГО БУДИНКУ З ВИКОРИСТАННЯМ ЗРІДЖЕНОГО ВУГЛЕВОДНЕВОГО ГАЗУ	2047
Ольга Борисівна Жара ПІДВИЩЕННЯ ЕНЕРГОЕФЕКТИВНОСТІ СИСТЕМИ ГАЗОПОСТАЧАННЯ ЗА РАХУНОК УТИЛІЗАЦІЇ ВТОРИННИХ ЕНЕРГЕТИЧНИХ РЕСУРСІВ	2049
Вадим В'ячеславович Лучков АНАЛІЗ ОПТИМАЛЬНИХ ПИЛООЧИСНИХ ПРОЦЕСІВ ТА ОБЛАДНАННЯ	2052
Тетяна Юрійвна Григоренко УДОСКОНАЛЕННЯ МЕТОДІВ РОЗРАХУНКУ ТЕПЛООВОГО НАВАНТАЖЕННЯ НА СИСТЕМИ ОПАЛЕННЯ І ВЕНТИЛЯЦІЇ З ВРАХУВАННЯМ ВПЛИВУ Т ЕПЛОТЕХНІЧНИХ НЕОДНОРІДНОСТЕЙ ОГОРОДЖУВАЛЬНИХ КОНСТРУКЦІЙ БУДІВЕЛЬ	2054
Богдан Олександрович Черановський ЗАСОБИ І СПОСОБИ СТВОРЕННЯ МІКРОКЛІМАТУ В СХОВИЩАХ З БІОЛОГІЧНО АКТИВНОЮ ПРОДУКЦІЄЮ	2056
Олена Володимирівна Дедова СУЧАСНІ ТЕНДЕНЦІЇ ВИКОРИСТАННЯ ТЕПЛОВИХ НАСОСІВ	2059
Анастасія Ошовська ПОЛІФУНКЦІОНАЛЬНІ ВЛАСТИВОСТІ СУЧАСНИХ ЕНЕРГОЗБЕРІГАЮЧИХ ВІКОН	2062
Юрій Юрійович Бабій ОЦІНКА МОНОЕНЕРГЕТИЧНОГО РЕЖИМУ ТЕПЛООВОГО НАСОСА З ДВОЗОННИМ ОБЛІКОМ ЕЛЕКТРОЕНЕРГІЇ	2064
Катерина Володимирівна Юхимчук НОВІТНІ ТЕХНОЛОГІЇ АКУМУЛЮВАННЯ ЕНЕРГІЇ	2067
Віталій Вікторович Сухов ОСОБЛИВОСТІ БУДОВИ ВАКУУМНИХ ГЕЛІОКОЛЕКТОРІВ	2070
Олексій Прилипко ВПЛИВ БІВАЛЕНТНОЇ ТЕМПЕРАТУРИ НА СОП ТЕПЛООВОГО НАСОСА	2074
Дмитро Анатолійович Шпіта, Георгій Сергійович Ратушняк ЕНЕРГОЕФЕКТИВНІ СИСТЕМИ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ МІКРОКЛІМАТУ В ПРОМИСЛОВІЙ БУДІВЛІ	2077
Тетяна Вовк ВІБРАЦІЙНА ПЛОЩАДКА З ГІДРОІМПУЛЬСНИМ ПРИВОДОМ ДЛЯ ФОРМУВАННЯ БЕТОННИХ ВИРОБІВ	2080
Олег Бадяка СПОСОБИ ТА УСТАТКУВАННЯ ДЛЯ УТИЛІЗАЦІЇ ТЕПЛОВОЇ ЕНЕРГІЇ ВІД ВИДАЛЕНОГО ВЕНТИЛЯЦІЙНОГО ПОВІТРЯ	2083
Анастасія Анатоліївна Гріщенко АНАЛІЗ ОСОБЛИВОСТЕЙ ПРОЕКТУВАННЯ СИСТЕМ ВЕНТИЛЯЦІЇ БУДІВЕЛЬ ДЕЛЬФІНАРІЇВ В УКРАЇНІ	2086
Олександр Сергійович Шарандак АКТУАЛЬНІСТЬ МОДЕРНІЗАЦІЇ ТЕПЛОВИХ МЕРЕЖ	2088
Василь Мандибуря КЛАСИФІКАЦІЯ ЕНЕРГОЕФЕКТИВНОСТІ ТА ОСНОВНІ ХАРАКТЕРИСТИКИ КОМПРЕСОРІВ ХОЛОДИЛЬНИХ МАШИН	2090
Михайло Володимирович Назаренко ПАСИВНІ МЕТОДИ ОХОЛОДЖЕННЯ СУЧАСНИХ БУДИНКІВ	2092
Альона Віталіївна Березчук ОГЛЯД СТАНУ РОЗВИТКУ БУДІВНИЦТВА ПАСИВНИХ БУДИНКІВ В УКРАЇНІ	2094
Віктор Олександрович Мілейковський, Ольга Юрійвна Шуваєва ДОСЛІДЖЕННЯ РОБОТИ СОНЯЧНОГО ОПАЛЮВАЛЬНОГО ПРИЛАДУ ПІДВИЩЕНОЇ ЕФЕКТИВНОСТІ ДЛЯ ПАСИВНОГО ОПАЛЕННЯ	2097
Павло Анатолійович Білюк СУЧАСНІ ЗАСОБИ СТВОРЕННЯ МІКРОКЛІМАТУ ЧИСТИХ ПРИМІЩЕНЬ ЗАКЛАДІВ ОХОРОНИ ЗДОРОВ'Я	2099
Роман Олексійович Ворончук, Владислав Валерійович Багрій, Ігор Анатолійович Пономарчук КОМБІНОВАНЕ ВИКОРИСТАННЯ СОНЯЧНИХ КОЛЛЕКТОРІВ ТА СОНЯЧНИХ БАТАРЕЙ	2102
Секція технічної теплофізики та промислової теплоенергетики	
Станіслав Йосипович Ткаченко, Дмитро Іванович Денесяк, Артем Олександрович Парицький СИНТЕЗ ТА АНАЛІЗ СИСТЕМИ ТЕПЛОПОСТАЧАННЯ	2104
Лілія Анатоліївна Боднар, Ганна Олександрівна Головка МЕТОДИ ПІДВИЩЕННЯ ЕНЕРГЕТИЧНОЇ ЕФЕКТИВНОСТІ Й ЕКОЛОГІЧНОЇ БЕЗПЕКИ ТЕПЛОГЕНЕРАТОРІВ ДЛЯ СПАЛЮВАННЯ СОЛОМИ	2109
Олександр Юрійович Співак ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНІ ДОСЛІДЖЕННЯ ПРОЦЕСУ СУШІННЯ ЧЕРВОНОЇ ЦЕГЛИ-СИРЦЮ	2114
Дмитро Вікторович Степанов, Вадим Олегович Богомаз ОБГРУНТУВАННЯ ЕЛЕКТРОКОТЕЛЬНІ ДЛЯ ТЕПЛОПОСТАЧАННЯ НАВЧАЛЬНОГО КОРПУСУ ВНТУ	2120
Дмитро Вікторович Степанов, Юрій Ярославович Спринчук ТРИГЕНЕРАЦІЙНА БІОГАЗОВА УСТАНОВКА	2124
Станіслав Йосипович Ткаченко, Наталія Володимирівна Резидент, Ксенія Олександрівна Іценко ФОРМУВАННЯ ОБ'ЄКТА-ГІПОТЕЗИ ЗА УМОВ СИНТЕЗУ БІОГАЗОВОЇ УСТАНОВКИ	2127
Лілія Анатоліївна Боднар, Дмитро Вікторович Степанов, Роман Володимирович Сливко ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНІ ДОСЛІДЖЕННЯ ПОКАЗНИКІВ РОБОТИ ТЕПЛОГЕНЕРАТОРА ПОТУЖНІСТЮ 1500 кВт НА СОЛОМІ	2130
Людмила Едуардівна Кривоніс ФАКТОРИ, ЩО ВПЛИВАЮТЬ НА ЗБЕРЕЖЕННЯ ЯКІСНИХ ХАРАКТЕРИСТИК ПРОДУКТА ПРИ СУШІННІ В РОЗПИЛЮВАЛЬНИХ СУШАРКАХ	2134
Ірина Валеріївна Фінік ОСОБЛИВОСТІ СУШІННЯ ОЛІЙНИХ КУЛЬТУР В СУЧАСНИХ ШАХТНИХ СУШАРКАХ	2137
Ольга Павлівна Остапенко, Віктор Миколайович Портнов, Андрій Дмитрович Волошин ПОКАЗНИКИ ЕНЕРГОЕКОНОМІЧНОЇ ЕФЕКТИВНОСТІ СИСТЕМ ЕНЕРГОЗАБЕЗПЕЧЕННЯ НА ОСНОВІ КОМБІНОВАНИХ КОГЕНЕРАЦІЙНО-ТЕПЛОНАСОСНИХ УСТАНОВОК ТА ПІКОВИХ ДЖЕРЕЛ ТЕПЛОТИ	2139
Наталія Дмитрівна Степанова, Анастасія Олександрівна Гаїна СИСТЕМА ХОЛОДОПОСТАЧАННЯ ЖИТЛОВОЇ БУДІВЛІ З ВЕДУОВАНИМИ ТОРГОВЕЛЬНО-ОФІСНИМИ ПРИМІЩЕННЯМИ	2143
Станіслав Йосипович Ткаченко, Дмитро Іванович Денесяк ЕФЕКТИВНИЙ КОЕФІЦІЄНТ ТЕПЛОПРОВІДНОСТІ ЗА УМОВ ТЕПЛООБМІНУ В ОБМЕЖЕНОМУ ПРОСТОРІ	2145
Дмитро Вікторович Степанов, Наталія Дмитрівна Степанова КОМБІНУВАННЯ ТРАДИЦІЙНИХ ТА АЛЬТЕРНАТИВНИХ ДЖЕРЕЛ ЕНЕРГІЇ ДЛЯ СИСТЕМИ ТЕПЛОХОЛОДОПОСТАЧАННЯ АДМІНІСТРАТИВНОЇ БУДІВЛІ	2149
Станіслав Йосипович Ткаченко, Андрій Вікторович Гижко ОСОБЛИВОСТІ СПАЛЮВАННЯ БІОГАЗУ У ВОДОГРІЙНОМУ КОТЛІ	2153

Секція промислового та цивільного будівництва

<i>Ірина Вікторівна Маєвська</i> РЕКОНСТРУКЦІЯ ФУНДАМЕНТІВ ВИРОБНИЧОЇ БУДІВЛІ З МЕТОЮ ЗБІЛЬШЕННЯ НАВАНТАЖЕННЯ	2155
<i>Алла Серафимівна Моргун, Віталій Юрійович Плясовиця</i> ВЗАЄМОДІЯ ФУНДАМЕНТІВ У ВИТРАМБУВАНИХ КОТЛОВАНАХ З ПРУЖНО-ПЛАСТИЧНОЮ ОСНОВОЮ ЗА МГЕ	2160
<i>Алла Серафимівна Моргун, Віталій Юрійович Плясовиця, Роксолана Ігорівна Малачківська</i> ПРУЖНО-ПЛАСТИЧНІ АСПЕКТИ ДОСЛІДЖЕННЯ НДС КРУГЛИХ В ПЛАНІ ФУНДАМЕНТІВ ЗА МЕТОДОМ ГРАНИЧНИХ ЕЛЕМЕНТІВ	2162
<i>Ігор Вікторович Сірик, Вадим Анатолійович Дерманський</i> СТУПІНЬ РЕАЛІЗАЦІЇ НЕСУЧОЇ ЗДАТНОСТІ ПАЛІ ПО ҐРУНТУ В СКЛАДІ СТРІЧКОВОГО ПАЛЬОВОГО ФУНДАМЕНТУ	2164
<i>Анастасія Віталіївна Грушевська</i> МОДЕЛЮВАННЯ РОБОТИ БУРОВОЇ ПАЛІ ПІД НАВАНТАЖЕННЯМ В РІЗНИХ ҐРУНТОВИХ УМОВАХ	2166
<i>Валентин Вікторович Пустовіт, Ірина Вікторівна Маєвська</i> ОПТИМІЗАЦІЯ РОЗМІРІВ СТРІЧКОВИХ ФУНДАМЕНТІВ ЗА РЕЗУЛЬТАТАМИ ВРАХУВАННЯ ПІДДАТЛИВОСТІ ОСНОВИ	2168
<i>Микола Попович</i> ДОСЛІДЖЕННЯ ТЕХНОЛОГІЇ ВЛАШТУВАННЯ ЗБІРНО-МОНОЛІТНИХ ПАЛЬ РІЗНИХ КОНСТРУКЦІЙ	2172
<i>Микола Попович</i> ДОСЛІДЖЕННЯ ТЕХНОЛОГІЇ ПРИГОТУВАННЯ ВАЖКОГО ЖОРСТКОГО БЕТОНУ	2174
<i>Сергій Олександрович Цимбал</i> РОБОТА РОСТВЕРКУ І ПАЛЬ У СКЛАДІ СТОВПЧАСТОГО ПАЛЬОВОГО ФУНДАМЕНТУ	2177
<i>Ігор Ігорович Шевченко</i> ПОВЕРХНІ НАВАНТАЖЕННЯ ТА КРИВІ ТЕКУЧОСТІ	2179
<i>Юрій Семенович Бікс</i> ДО АНАЛІЗУ ЕНЕРГЕТИЧНОЇ ЕФЕКТИВНОСТІ УТЕПЛЕННЯ БУДИНКІВ НА ПРИКЛАДІ МІСТ УКРАЇНИ ТА ЄВРОПИ	2181
<i>Віталій Олександрович Басистий, Олександра Євгенівна Антонюк, Ліза Леонідівна Гончарук</i> ДОСЛІДЖЕННЯ РУХУ СХІДЧАСТОЇ КОТУШКИ ПО ШОРСТКІЙ ГОРИЗОНТАЛЬНІЙ ПОВЕРХНІ	2186
<i>Артур Всеволодович Капішєнко, Юрій Семенович Бікс</i> ОЦІНКА НЕСУЧОЇ ЗДАТНОСТІ СТІН ІЗ СОЛОМ'ЯНИХ БЛОКІВ	2188
<i>Тетяна Сергіївна Глуханюк</i> ПОРІВНЯЛЬНА ОЦІНКА НЕСУЧОЇ ЗДАТНОСТІ БУРОВИХ ПАЛЬ ТА БУРОІН'ЄКЦІЙНИХ ПАЛЬ ВЕЛИКИХ ДІАМЕТРІВ	2193
<i>Вікторія Вікторівна Вітюк, Юрій Семенович Бікс</i> АНАЛІЗ СУЧАСНИХ ПРИРОДНИХ ЕНЕРГОЕФЕКТИВНИХ МАТЕРІАЛІВ ДЛЯ ЗВЕДЕННЯ ОГОРОДЖУЮЧИХ КОНСТРУКЦІЙ СТІН ТА ЇХ УТЕПЛЕННЯ	2196
<i>Наталія Дмитрівна Дорохова</i> ВИБІР РАЦІОНАЛЬНОЇ СХЕМИ ФУНДАМЕНТІВ КУЛЬТОВИХ СПОРУД В УМОВАХ МІСТА ВІННИЦІ	2200
<i>Вадим Олександрович Литвинюк</i> УЛАШТУВАННЯ БАНКЕТІВ ПРИ ПІДСИЛЕННІ ФУНДАМЕНТІВ БЕЗ ВІДКОПУВАННЯ ҐРУНТУ	2202
<i>Юлія Юрійівна Локотей</i> АЛГОРИТМ ДЛЯ РОЗРАХУНКУ НЕСУЧОЇ ЗДАТНОСТІ ПАЛЬ З УРАХУВАННЯМ ХАРАКТЕРИСТИК МІЦНОСТІ ҐРУНТУ ЗА ДБН В.2.1-10-2009	2204
<i>Ігор Шевченко</i> ПОВЕРХНІ НАВАНТАЖЕНЬ ТА КРИВІ ТЕКУЧОСТІ	2206
<i>Сергій Юра</i> РОЗРАХУНОК ПІДСИЛЕННЯ ПАЛЬ ЗАКРІПЛЕННЯ ҐРУНТУ ОСНОВИ	2208
<i>Svyatoslav Olegovich Wahovskyi</i> СТАН ЕНЕРГОЕФЕКТИВНОСТІ В УКРАЇНІ ТА СВІТІ	2210
Секція містобудівництва та архітектури	
<i>Галина Іванівна Лисій</i> ФОРМУВАННЯ АРХІТЕКТУРНОГО СЕРЕДОВИЩА ДОШКІЛЬНИХ НАВЧАЛЬНИХ ЗАКЛАДІВ	2213
<i>Світлана Володимирівна Риндюк</i> ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНІ ДОСЛІДЖЕННЯ ТЕПЛОПРОВІДНОСТІ БАГАТОШАРОВИХ БУДІВЕЛЬНИХ КОНСТРУКЦІЙ	2215
<i>Віталій Олександрович Тимошенко</i> ІНФРАСТРУКТУРА ЖИТТЄЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ДОМАШНІХ ТВАРИН НА ПРИКЛАДІ МІСТА ВІННИЦІ	2217
<i>Тетяна Миколаївна Ткаченко</i> ДОСЛІДЖЕННЯ ТЕПЛОПЕРЕДАЧІ В ЕНЕРГОЕФЕКТИВНИХ ЗЕЛЕНИХ ПОКРІВЛЯХ	2219
<i>Інна Вітюк</i> ЗАКОНОМІРНОСТІ ТА ОСОБЛИВОСТІ ФОРМУВАННЯ САДОВО-ПАРКОВИХ ОБ'ЄКТІВ.	2221
<i>Анна Куртак</i> ОСОБЛИВОСТІ ПРОЕКТУВАННЯ ГРОМАДСЬКИХ БУДІВЕЛЬ	2223
<i>Ольга Миколаївна Костішина</i> АНАЛІЗ ТА СИСТЕМАТИЗАЦІЯ АСПЕКТІВ ВУЛИЧНОГО ПРОСТОРУ ЩО ВПЛИВАЮТЬ НА ПСИХОЕМОЦІЙНИЙ СТАН ВОДІЯ	2226
<i>Наталія Дмитрівна Дорохова</i> ГАЛУЗЬ ЖИТЛОВО-КОМУНАЛЬНОГО ГОСПОДАРСТВА У 2017 РОЦІ ТА ПЕРСПЕКТИВИ РОЗВИТКУ	2230
<i>Олена Володимирівна Дєдова</i> КОМПОЗИЦІЙНІ БУДІВЕЛЬНІ МАТЕРІАЛИ	2232
<i>Володимир Вячеславович Панкевич, Віктор Павлович Ковальський</i> ТЕРМОМОДЕРНІЗАЦІЯ БУДІВЕЛЬ ШКІЛ ТА ДОШКІЛЬНИХ УСТАНОВ В М.ВІННИЦІ	2234
<i>Галина Іванівна Лисій</i> ОСОБЛИВОСТІ ВПЛИВУ ЕКСТЕР'Ю І ІНТЕР'Ю ДОШКІЛЬНИХ НАВЧАЛЬНИХ ЗАКЛАДІВ НА ПСИХОЛОГІЧНИЙ СТАН ДИТИНИ	2238
<i>Артур Олегович Бричанський, Віктор Павлович Ковальський</i> ПЕРЕДУМОВИ АКТИВАЦІЇ КОМПОНЕНТІВ МАЛОКЛІНКЕРНИХ В'ЯЖУЧИХ МАТЕРІАЛІВ	2240
<i>Альона Сергіївна Субін-Кожевнікова</i> ОСОБЛИВОСТІ ФОРМУВАННЯ АРХІТЕКТУРИ ЦЕНТРАЛЬНОЇ ЧАСТИНИ М. ВІННИЦІ КІНЦЯ ХІХ СТОЛІТТЯ	2242
<i>Оксана Іванівна Хороша</i> СТИЛІСТИЧНІ ОСОБЛИВОСТІ ПЕРІОДУ КЛАСИЦИЗМ В АРХІТЕКТУРІ ПАЛАЦІВ СХІДНОГО ПОДІЛЛЯ КІНЦЯ ХVІІІ- ПОЧАТКУ ХХ СТОЛІТТЯ	2244
<i>Олена Олександрівна Шамраєва</i> РОЗВИТОК ФІЗКУЛЬТУРНО-ОЗДОРОВЧОЇ ІНФРАСТРУКТУРИ НА ПРИКЛАДІ ДОШКІЛЬНОГО НАВЧАЛЬНОГО ЗАКЛАДУ №23 В М. ВІННИЦІ	2246
<i>Ілля Володимирович Марущак</i> КВАРТАЛ ПЛАВУЧИХ БУДИНКІВ	2248
<i>Юлія Григорівна Олійник</i> ЖИТЛОВИЙ КВАРТАЛ З ПРОЕКТУВАННЯМ ГРОМАДСЬКОЇ БУДІВЛІ	2251
<i>Олена Ярославівна Ковальська</i> ОСОБЛИВОСТІ РЕКОНСТРУКЦІЇ ТА БЛАГОУСТРОЮ В МІСТАХ	2253
<i>Вадим Юрійович Козак</i> RECYCLING PLASTIC WASTE URBAN AGRICULTURE	2256
<i>Катя Філатова</i> ОСОБЛИВОСТІ ПРОЕКТУВАННЯ МУЛЬТИКОМФОРТНОГО БУДИНКУ ISOVER	2258

<i>Сергій Сергійович Романов</i> ТЕНДЕНЦІЇ І ПРОБЛЕМАТИКА РЕКОНСТРУКЦІЇ НАБЕРЕЖНИХ ЗОН	2262
<i>Роксолана Вячеславівна Варчук</i> СУХІ БУДІВЕЛЬНІ СУМІШІ НА ПОРИСТИХ ЗАПОВНЮВАЧАХ	2264
Секція технології та організації будівельного виробництва	
<i>Олександр Іванович Менеїлюк, Олексій Нікіфоров</i> АЛГОРИТМ ОПТИМІЗАЦІЇ ПІД ЧАС МЕНЕДЖМЕНТУ ПІДПРИЄМСТВ З БУДІВНИЦТВА ТА РЕКОНСТРУКЦІЇ ЕЛЕВАТОРІВ	2266
<i>Олена Георгіївна Лялюк, Андрій Олександрович Лялюк</i> ЕКОЛОГІЧНИЙ МЕНЕДЖМЕНТ ВІДХОДІВ БУДІВЕЛЬНОГО ВИРОБНИЦТВА	2269
<i>Олена Георгіївна Лялюк, Юрій Ярославович Спринчук</i> ТЕХНІКО-ЕКОНОМІЧНЕ ОБГРУНТУВАННЯ ВИБОРУ БІОГАЗОВОЇ УСТАНОВКИ	2271
<i>Василь Романович Сердюк, Світлана Юріївна Франишина</i> СУЧАСНІ ЕНЕРГОЕФЕКТИВНІ ТЕХНОЛОГІЇ ВИРОБНИЦТВА ЗАЛІЗОБЕТОННИХ ВИРОБІВ	2274
<i>Тетяна Василівна Сердюк, Владислав Михайлович Сологор</i> СТРАХУВАННЯ РИЗИКІВ В БУДІВНИЦТВІ	2276
<i>Тетяна Василівна Сердюк, Св'ятослав Олегович Олегович Ваховський</i> СИСТЕМИ ТЕПЛОІЗОЛЯЦІЇ ФАСАДІВ: ПЕРЕВАГИ ТА НЕДОЛІКИ	2278
<i>Тетяна Гаврилівна Ровенчак, Св'ятослав Олегович Ваховський</i> СТАН ЕНЕРГОЕФЕКТИВНОСТІ В УКРАЇНІ ТА СВІТІ	2280
<i>Тетяна Гаврилівна Ровенчак, Квасюк Юлія Олександрівна</i> МОДЕРНІЗАЦІЯ ЖКГ – ОСНОВА ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ НАЛЕЖНОГО РІВНЯ ЯКОСТІ ЖИТТЯ	2283
<i>Тетяна Гаврилівна Ровенчак, Наталія Дмитрівна Дорохова</i> СУЧАСНИЙ СТАН ЖИТЛОВО-КОМУНАЛЬНОГО ГОСПОДАРСТВА ТА ПЕРСПЕКТИВИ РОЗВИТКУ	2286

**XLVI Науково-технічна конференція
факультету будівництва, теплоенергетики та газопостачання**

Оргкомітет

Голова оргкомітету

Г. С. Ратушняк, ВНТУ, Україна

Заступник голови оргкомітету

Д. В. Степанов, ВНТУ, Україна

Члени оргкомітету

В. В. Джеджула, ВНТУ, Україна

І. Н. Дудар, ВНТУ, Україна

А. С. Моргун, ВНТУ, Україна

В. Р. Сердюк, ВНТУ, Україна

С. Й. Ткаченко, ВНТУ, Україна

Секції

Пленарне засідання

Секція теплогазопостачання

Секція технічної теплофізики та промислової теплоенергетики

Секція промислового та цивільного будівництва

Секція містобудівництва та архітектури

Секція технології та організації будівельного виробництва

ОЦІНКА ЕНЕРГООЩАДНОСТІ БАГАТОКВАРТИРНИХ БУДИНКІВ М. ВІННИЦІ

Вінницький національний технічний університет

Анотація

У статті порушено проблеми енергоефективності у житлово-комунальному господарстві України. В роботі наведені результати оцінки енергоощадності багатоквартирних житлових будинків. Визначені заходи щодо заощадження енергоресурсів у вітчизняному житлово-комунальному господарстві.

Ключові слова: житлово-комунальне господарство, житловий фонд, енергоефективність, енергоощадність

Abstract

The article studies the problem of energy efficiency in housing and communal services of Ukraine. The paper presents the results of evaluation of energy efficiency of apartment buildings. The measures to save energy in the domestic housing are identified.

Key words: housing and communal services, housing, energy efficiency, energy-saving.

Україна посідає перше місце за енергоємністю ВВП на кілограм умовного палива, а саме 0,89 кг у.п. / долар США. Середня витрата кілограма умовного палива на 1 долар США в цілому по світовому співтовариству – 0,34, у Франції та Німеччині - 0,26, в Угорщині – 0,30, у Білорусі – 0,50 [1].

На сьогодні кожен українець споживає у 5 разів більше енергії, ніж європеєць. Основною причиною такого стану є низька енергоефективність житлового сектору в порівнянні з європейськими країнами [2].

Одним з найбільших споживачів енергоресурсів є житлово-комунальний сектор. Втрати газу в системі теплоспоживання та житловому секторі щорічно складають 11,4 млрд куб. м, що складає більше 70% річного імпорту газу вартістю 2,3 млрд дол.

Щорічно на житлові та побутові потреби населення України витрачається 20% паливних ресурсів та електроенергії і більше 30% теплової енергії. На одного мешканця витрачається приблизно 1,3 тонни умовного палива на рік, що майже в два рази більше, ніж в розвинених країнах. Енерговитрати щороку збільшуються також у зв'язку з природним старінням житлового фонду країни [3].

Стан в ЖКГ України [4]:

~ 40% теплової і 25% електричної енергії в Україні споживається житловим комплексом і муніципальними будівлями;

~ 80% з 70 тис. багатоповерхівок України потребує ремонту і втрачає до 60% енергії;

~ лише 20% житлового фонду забезпечено лічильниками тепла.

Питома вага енергоресурсів у витратах на утримання та експлуатацію житла сягає 60-80%. На опалення житлового фонду щорічно витрачається понад 70 млн. т. у. п., тобто на одного мешканця припадає 1,4 т. у. п., що вдвічі більше, ніж у країнах ЄС.

Підприємства житлово-комунального господарства щорічно споживають понад 8 млрд. кВт електроенергії та 10 млрд. м³ природного газу.

Тому першочерговими для економії енергоресурсів у житловому фонді мають бути заходи щодо покращання експлуатаційних характеристик будинків, проведення їх теплової санації, модернізації інженерного обладнання тощо. Для кожного будинку необхідно розробляти конкретні програми енергозбереження, а їх реалізація забезпечить більш комфортні умови проживання [1].

За даними Німецького енергетичного агентства (Deutsche Energie-Agentur GmbH (dena)) [5], станом на 2016 рік житловий фонд України включає 239 тис. багатоквартирних будинків, 12,8 млн. квартир, в яких проживає 47,5 % населення. 80 % таких будівель потребують санації.

Втрати теплової енергії будинком, а також потенціал енергозбереження сьогодні має такий розподіл:

- зовнішні стіни – 40% (потенціал економії – 70%);

- вікна, двері – 25% (потенціал економії – 50%);
- вентиляція – 15% (потенціал економії – 65%);
- гаряча вода – 10% (потенціал економії – 30%);
- дах, підлога – 8% (потенціал економії – 50%);
- трубопроводи, арматура – 2% (потенціал економії – 35%).

До економії витрат ресурсів і зниження тепловтрат, у першу чергу, слід віднести енергозбереження у споживачів, системах тепlopостачання, опалення, вентиляції і кондиціонування повітря. Вирішення цього завдання пов'язане із здійсненням комплексу інженерно-технічних заходів серед яких є:

- використання під час будівництва нових об'єктів теплоефективних стінових панелей, перехід на нові конструктивні рішення з урахуванням підвищених вимог у частині опору теплопередачі конструкцій;
- розроблення нових технічних рішень з підвищення теплоефективності зовнішніх стін.

Поряд з утепленням стін новозбудованих споруд важлива роль належить теплоізоляційним роботам з реконструкції будинків старої забудови, пов'язаними з нанесенням на стіни будинків додаткових теплоізоляційних шарів, підвищення теплозахисту вікон і балконних дверей до сучасних вимог щодо теплозахисту [6].

Найбільш поширеними фінансовими механізмами проведення енергозберігаючих заходів є:

- фінансування за рахунок власних коштів;
- залучення кредитних коштів;
- продаж з подальшою орендою;
- фінансування енергозберігаючою установою згідно з угодою;
- державна або муніципальна підтримка [1].

Не зважаючи на ті економічні процеси, що відбуваються в Україні, 93 % мешканців країни потенційно готові інвестувати у підвищення енергоефективності власного житла. Такі дані були отримані в результаті соціологічного опитування в рамках проекту USAID. З тих, хто готовий інвестувати, 52 % сподіваються на співфінансування держави, 23 % – за рахунок інвестиційної складової у тарифах, 18 % – шляхом отримання пільгових кредитів [7].

Як вже зазначалось вище, першими кроками для подолання енергетичної кризи є теплотехнічна санація та термомодернізація житлового фонду. На сьогодні в уряді є план до 2025 року виконати таку модернізацію 40% будинків, які замість витрат за рік близько 180 кВт·год/м² будуть витрачати всього 60...80 кВт·год/м². Крім того, значний акцент буде робитись на будинковому обліку теплової енергії та обладнанні будинків індивідуальними тепловими пунктами, оскільки прив'язка тарифів до площі приміщення, а не до обсягів фактичного споживання, є серйозною перешкодою при проведенні ресурсозберігаючих заходів [8, 9].

За відкритими даними станом на червень 2015 року упродовж терміну дії урядової Програми кредитування протягом 2014 року у Вінницькій області населенням отримано 62 кредити на придбання твердопаливних котлів на загальну суму 836,7 тис. грн. Протягом п'яти місяців 2015 року отримано 106 кредитів на придбання твердопаливних котлів на загальну суму 1656,3 тис. грн та 18 кредитів у сумі 441,3 тис. грн на інші енергозберігаючі заходи. Таким чином, спостерігалась чітка тенденція до збільшення кількості кредитів та їх вартості, що свідчить про підвищення рівня довіри населення до держави, а також про те, що населення все частіше схильється до комплексного вирішення проблем енергозбереження [6].

Будинки відрізняються один від одного, з точки зору енерготехнічних показників, через різний спосіб будівництва та їх компактність (зовнішня поверхня/об'ємні параметри), але будинки, збудовані в певні періоди, мають схожі характеристики, і це дає можливість застосувати, відповідно, аналогічні заходи енерготехнічної санації [9].

Якщо за статистичними даними встановити кількісні та якісні показники для типових будинків в загальному житловому фонді міста, регіону чи країни, то можна розрахувати потенціал економії енергоресурсів для житлового фонду загалом. Наприклад, якщо житлові будинки об'єднати в один клас за схожими параметрами, це дозволить на основі системного аналізу будинків-репрезентантів від кожного класу виконувати оцінку цілого житлового сектору [9], тому запропонована в даній статті оцінка енергоощадності житлових будівель окремого міста дасть змогу отримати перші статистичні дані для оцінки енергетичного потенціалу при заощадженні ресурсів в житлово-комунальному господарстві країни в цілому.

Для повної оцінки показників енергоефективності житлового фонду та їх порівняння для різних житлових будівель повинні враховувались такі фактори: рік побудови; загальний технічний стан; кількість поверхів; розміри в плані; висота загальна та поверху; функціональне призначення першого (цокольного) поверху; наявність підвалу, його висота та функціональне призначення; наявність горища, його висота, призначення; вид покрівлі; матеріал та вид конструкцій (стіни, перекриття, покриття); система опалення, теплопостачання; наявність в будинку системи індивідуального опалення (кількість квартир); наявність у будинку індивідуального теплового пункту (ІТП); загальна площа вікон і входних дверей; пофасадна площа вікон; опалювальна площа та об'єм; загальна площа огорожувальних конструкцій по внутрішнім розмірам; площа покрівлі; площа зовнішніх дверей; площа підвалу; пофасадна площа зовнішніх стін; загальна площа стін; периметр; загальна кількість теплової енергії, що споживається об'єктом; вартість природного газу на виробництво теплової енергії; тариф за 1 Гкал теплової енергії; тариф за 1кВт•год електричної енергії; наявність механічної вентиляції та кількість годин її роботи [10].

Сьогодні у м. Вінниця функціонує онлайн-сервіс контролю комунальних витрат у будинках [11], за даними якого була проведена статистична оцінка енергоощадності житлових будівель. Для оцінки були вибрані типові будинки 70-х, 80-х, 90-х, 2000-х та 2010-х років, які знаходяться в мікрорайоні «Вишенька». Детальні характеристики цих будинків можна переглянути у відкритому доступі на сайті онлайн-сервісу за відповідними адресами. Слід також відмітити, що у даному мікрорайоні проживає великий відсоток осіб, які постраждали внаслідок аварії на ЧАЕС та користуються пільгами, що також накладатиме відбиток на обсяги споживання ресурсів.

Для порівняння будинків за рівнем енергоощадності, було прийнято враховувати усі види споживаних ресурсів та їх річну вартість за 2016 календарний рік, оскільки деякі з розглянутих будинків були негазифіковані, інші не мали гарячого водопостачання (встановлені проточні газові водонагрівачі), тобто встановити закономірності споживання окремих ресурсів було неможливим. До уваги також приймалось те, що протягом 2016 року змінювались тарифи на житлово-комунальні послуги.

В таблиці наведено питомі річні витрати по будинку на житлово-комунальні послуги, а саме: утримання будинку, холодне і гаряче водопостачання, опалення, газопостачання, електроенергію. Зрозуміло, що питомі показники, приведені до одної квартири та одного мешканця умовні, оскільки як квартири мають різну кількість кімнат, так і в квартирі кількість мешканців, що прописані і які безпосередньо проживають, теж різна, проте кореляція показників достатня для їх використання як факторів оцінки споживання ресурсів. Відсоток заміщення субсидією спожитих ресурсів склав в середньому 50 % та розраховувався як середньозважене значення з усіх показників по будинкам.

Таблиця – Питомі річні витрати на житлово-комунальні послуги

№ з/п	Адреса, рік, к-ть пов.,стіни	грн/кварт.	грн/м ²	грн/мешк.	% субсидій/пільг
1	Келецька 79, 1974, 5, панелі	8997	199	4353	73/6
2	Келецька 109, 1975, 5, панелі	9231	190	4465	72/6
3	Келецька 92, 1982, 9, панелі	9568	189	4360	62/11
4	Келецька 104, 1982, 9, цегла	8628	154	4137	60/12
5	Стельмаха 23, 1985, 9, цегла	8015	224	4530	43/8
6	Келецька 124, 1995, 16, моноліт	10034	202	4543	51/29
7	Келецька 132, 1996, 10, цегла	9483	204	4800	55/5
8	Келецька 136, 2001, 10, цегла	6038	114	2518	42/11
9	Келецька 126А, 2005, 10, цегла	8591	127	3302	32/3
10	Келецька 128, 2010, 9, цегла	9198	148	3583	68/7

За проведеною оцінкою житлових будинків, побудованих в різні роки, з різних, будівельних матеріалів, з різними теплофізичними показниками, можна зробити висновок про те, що запропоновані тарифи на опалення практично не відображають реальне енергоспоживання, оскільки будинки не обладнані тепловими лічильниками. Мешканці будинків з огорожувальними конструкціями, які мають різний термічний опір, сплачують однакові сумми на одного мешканця або на квадратний метр.

Такий стан речей є причиною відсутності економічної мотивації підвищувати енергоефективність у значної частини мешканців багатоквартирних будинків. Іншою причиною є наявність субсидій на оплату житлово-комунальних послуг, що в середньому по розглянутим будинкам становить до 60%, а субсидії є найбільш руйнівним фактором впровадження заходів з енергозбереження.

Отримані результати також свідчать про складність прогнозування витрат на комунальні послуги в залежності від року будівництва і підтверджують необхідність подальших досліджень, які б враховували низку факторів для прогнозування енергоощадності житлових будинків.

Для покращення стану житлового фонду України держава повинна інвестувати в енергозбереження, проводити інформаційну політику серед ОСББ та населення, запроваджувати механізми стимулювання енергоощадних заходів, впроваджувати якісний комерційний облік енергоресурсів, переходити від субсидій на оплату комунальних послуг до цільового фінансування впровадження енергоефективних технологій, а при неможливості різкої відмови від субсидій ввести цільове використання заощаджених на субсидії коштів. Інвестиції в енергозбереження дають ефект не тільки зі сторони зменшення енергоресурсів, але і наповнення бюджету України, створення робочих місць, це реальний макроекономічний ефект.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Енергозбереження у житловому фонді: проблеми, практика, перспективи: довідник / С. Ф. Вольфф, Г. Онищук, Л. Вулкофф та ін.; Держ. наук.-дослідн. та проектно-вишукув. ін.-т «НДІпроектреконструкція», Deutsche Energie-Agentur GmbH (dena), Instituts Wohnen und Umwelt GmbH (IWU). – К., 2006. – 144 с.
2. Українець споживає в 5 разів більше енергії, ніж європейець. Україна Комунальна. [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://jkg-portal.com.ua/ua/publication/one/zubko-ukrajinec-spozhyvaje-v-5-razv-blshe-jenergi-nzh-jevropejec-47499>
3. Энергосбережение в Украине. Валерий Щербина. [Електронний ресурс]. – Режим доступу: https://lb.ua/economics/2016/10/27/348969_energoberezhennie_ukraine.html
4. International Energy Agency (Міжнародне енергетичне агентство). [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://www.iea.org/>
5. Комплексна енергозберігаюча санація житлових будівель. [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://sampleprojectsdotorg.wordpress.com/>
6. Програма енергозбереження для населення та об'єднань співвласників багатоквартирних будинків (ОСББ) Вінницької області на 2015-2019 роки
7. Підготовка проектних пропозицій із чистої енергії: практичний посібник / під заг. редакцією Тормосова Р.Ю., Романюк О.П., Сафіуліної К.Р. – К.: Поліграф плюс, 2015. – 176 с. с. 19-21.
8. До 2025-го у 40% будинків має відбутися термомодернізація. Україна Комунальна. [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://jkg-portal.com.ua/ua/publication/one/zubko-do-2025-go-u-40-budinkv-maje-vdbutisja-termomodernizacija-49197>.
9. Волков В. П. Проблемы энергозбереження в житловому фонді / В. П. Волков // Экономический вестник университета. Сборник научных трудов ученых и аспирантов, 2013. – №20-1. – С.83-90. [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://cyberleninka.ru/article/n/problemi-energozberezhennya-v-zhitlovomu-fondi>
10. Дослідження та розробка науково-обґрунтованої методології щодо вибору заходів з підвищення енергетичної ефективності житлових і громадських будівель та розрахунку обсягу зекономлених енергетичних ресурсів і коштів в результаті їх впровадження. Звіт про НДР (заключний): Шифр Н-6/447-2012. ДП «Науково-дослідний інститут будівельного виробництва». – Київ, 2013. – 188 с.
11. Онлайн-сервіс контролю комунальних витрат у будинках. [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://bldng.info/>

Петрусь Віталій Володимирович, кандидат технічних наук, доцент кафедри інженерних систем у будівництві, Факультет будівництва, теплоенергетики та газопостачання, Вінницький національний технічний університет, м. Вінниця, i84i@i.ua

Petrus Vitaliy Volodymyrovych, PhD, docent of Engineering in construction Department, Faculty for Civil Engineering, Thermal Power Engineering and Gas Supply, Vinnytsia national technical university, Vinnytsia city, i84i@i.ua

**В. Б. Довгалюк
В. О. Мілейковський**

СПРОЩЕНА ГЕОМЕТРИЧНА ТА КІНЕМАТИЧНА МОДЕЛЬ ПРИМЕЖОВИХ ШАРІВ З ТУРБУЛЕНТНОЮ МАКРОСТРУКТУРОЮ

Київський національний університет будівництва і архітектури

Анотація

Запропонована спрощена геометрична та кінематична модель примежових шарів, що містять великомасштабні вихори (клуби). Такими є струминні примежові шари, примежовий шар змішування тощо. Вирішені прикладні задачі опалення та повітророзподілення у системах вентиляції.

Ключові слова: турбулентний примежовий шар, турбулентна макроструктура, струминний примежовий шар, примежовий шар змішування

Abstract

Simplified geometric and kinematic simulation model of boundary layers with large-scale vortices (puffs) is proposed. The boundary layers are jet boundary layer, mixing boundary layer etc. Applied tasks of heating and ventilation air distribution are solved.

Keywords: turbulent boundary layer, turbulent macrostructure, jet boundary layer

Вступ

При вирішенні задач, пов'язаних з турбулентними потоками, виникає проблема недостатнього розвитку теорії таких потоків. Обчислювальна гідромеханіка базується на диференційних рівняннях, які можуть бути розв'язані тільки чисельно [1]. Процес дослідження формально аналогічний фізичним експериментам. Такі підходи вимагають значних вкладень коштів у апаратне та програмне забезпечення. Моделі містять експериментальні коефіцієнти, що можуть змінюватися для різних задач. Тому в комерційному програмному забезпеченні використовують узагальнені значення.

На відміну від цих підходів, професор кафедри теплогазопостачання і вентиляції Київського національного університету будівництва і архітектури А. Я. Ткачук запропонував теорію турбулентних течій [2]. Оскільки в розвинутих турбулентних потоках вплив в'язкості є опосередкованим, такі потоки можуть розглядатися як потоки ідеальної рідини з вихорами, що виконують роль чужорідних тіл (особливостей). Поверхня розриву тангенціальної складової швидкості моделюється як вихрова пелена з вихрових шнурів. Для пристінних примежових шарів з дрібними вихорами були теоретично отримані відомі дослідні залежності.

Метою роботи є розробка та реалізація спрощеної моделі примежових шарів з великомасштабною турбулентною макроструктурою з урахуванням її особливостей.

Принципи побудови моделі

Для побудови спрощеної моделі використано аналогічний принцип. Примежовий шар подається як вихрова пелена з великомасштабних вихорів (рис.1,а,б). У вільних плоских струмин вихори двох прилеглих примежових шарів укладаються в шаховому порядку, що чітко візуалізується лише при відносно малих числах Рейнольдса. Однак, оскільки параметри струмин у широкому діапазоні числа Рейнольдса змінюються мало, то для багатьох прикладних задач така модель залишається адекватною і при більших значеннях числа Рейнольдса. На відміну від примежових шарів з дрібними вихорами, вихрові шнури змінюють діаметр протягом руху (рис.1,а,б). Їхній масштаб дозволяє виконувати геометричний і кінематичний аналіз. Моделювання зводиться до побудови спрощеної розрахункової схеми, її геометричного та кінематичного (в окремих випадків – теплового) аналізу та аналізу отриманих результатів. При цьому експериментальні коефіцієнти і фіктивні величини відсутні.

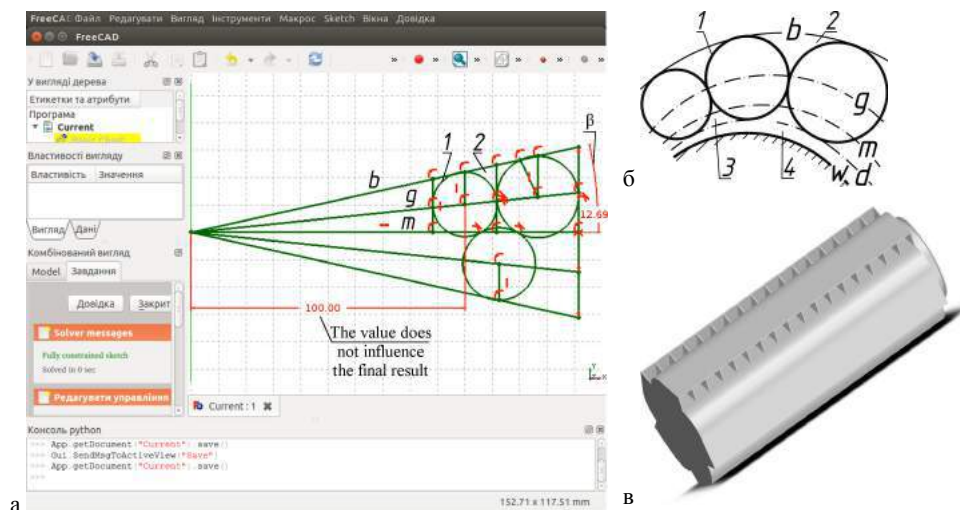


Рис.1. Спрощена схема макроструктури: а – вільна струмина, моделюванні у програмі FreeCAD; б – струмина, що настигається; в – повіторозподільник ПЕТ: 1 – клуб; 2 – зовнішня частина міжклубного шару; 3 – внутрішня частина міжклубного шару; 4 – пристінний примежовий шар

Результати дослідження

У результаті отримані відомі експериментальні залежності для струминних течій та примежових шарів змішування. Вперше аналітично визначено залишкову теплопередачу радіаторів при перекритій верхній підводці приладового вузла вертикальної однотрубною системи опалення. При цьому моделювався примежовий шар змішування між потоками в нижній підводці. Вперше аналітично визначено оптимальну кількість щілин багатощілинного повіторозподільника (рис. 1,в) з взаємодією і настиганням струмин на опуклу поверхню для швидкого затухання. Моделювання показало, що за будь-якої конструкції щілин після проходження струмини кута $70...75^\circ$, розширення струмини лавиноподібне, що унеможливує взаємодію. Мінімальна кількість щілин – п'ять. Отже, модель дозволяє розв'язувати прикладні задачі опалення, вентиляції та кондиціонування повітря.

Висновки

Запропонована спрощена модель потоків повітря з великомасштабною турбулентною макроструктурою дозволяє розв'язувати прикладні задачі опалення і вентиляції без використання фіктивних величин та експериментальних констант.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Алямовский А.А. SolidWorks 2007/2008. Компьютерное моделирование в инженерной практике / А. А. Алямовский, А. А. Собачкин, Е. В. Одинцов, А. И. Харитонович, Н. Б. Пономарёв. – Санкт-Петербург: БХВ-Петербург, 2008. – 1040 с.
2. Ткачук А.Я. Аэродинамика вентиляции: навч. посібник / А.Я. Ткачук, В.Б. Довгалюк. – ІВНВКП «Укреліотех», 2009. – 376 с.

Довгалюк Володимир Борисович – к.т.н., зав. кафедри теплогазопостачання і вентиляції, Київський національний університет будівництва і архітектури, Київ.

Мілейковський Віктор Олександрович – к.т.н., доц. кафедри теплогазопостачання і вентиляції, Київський національний університет будівництва і архітектури, Київ, e-mail: v_mil@ukr.net

Dovhaliuk Volodymyr B., Ph. D (Eng.), Chair of Department of Heat and Gas Supply and Ventilation, Kyiv National University of Construction and Architecture, Kyiv.

Mileikovskiy Viktor O., Ph. D (Eng.), Associate Prof., Department of Heat and Gas Supply and Ventilation, Kyiv National University of Construction and Architecture, Kyiv, e-mail: v_mil@ukr.net

МОДЕЛЮВАННЯ КІНЕТИКИ ПЕРЕМІШУВАННЯ СУБСТРАТУ В БІОГАЗОВІЙ УСТАНОВЦІ З ЧАШКОВИМ ПЕРЕМІШУВАЧЕМ

Вінницький національний технічний університет

Анотація

Обґрунтовано доцільність використання чашкового перемішувача в біогазовому реакторі, що працює за рахунок різниці густин біомаси та біогазу та не потребує підведення додаткової електричної енергії. Наведено конструктивну схему біогазового реактора з чашковим перемішувачем для енергоефективного виробництва біогазу та біодобрив. Промодельовано кінетику перемішування субстрату в біогазовій установці з чашковим перемішувачем.

Ключові слова: енергоефективність, кінетика, інтенсифікація, біогазовий реактор, чашковий перемішувач, біоконверсія, температурний режим, ферментація

Abstract

Expediency cup stirrer using a biogas reactor, working for the difference density biomass and biogas and does not require additional supply of electricity. Naveil established an constructive scheme cup biogas reactor mixer for energy efficient production-ment of biogas and biofertilizers. Modeled the kinetics of mixing substrate in the biogas plant with mixer cup.

Keywords: energy, kinetics, intensification, biogas reactor, mixer cup, bioconversion, temperature control, fermentation.

Перспективним шляхом підвищення ефективності біогазових установок є термостабілізація анаеробного бродіння органічного субстрату та інтенсифікація ферментації постійним рівномірним перемішуванням рідини й твердих речовин, які містяться в них та розрізняються за розміром, формою та густиною [1-3].

Метою дослідження є моделювання кінетики перемішування субстрату в біогазовій установці за рахунок чашкового перемішувача без підведення додаткової енергії.

В основу біогазової установи з чашковим перемішувачем поставлено задачу покращення процесу перемішування суміші, внаслідок чого збільшується виробництво біогазу з одиниці ваги біомаси. На кресленні представлена загальна схема запропонованого біогазового реактора з чашковим перемішувачем (рис. 1) [4].

Біогазовий реактор працює наступним чином. Біомаса завантажується через бункер завантаження 5 та надходить всередину конструкції крізь шиберну засувку 6 у резервуар 1. Завдяки підігрівачу 3 біомаса нагрівається та за допомогою чашкового перемішувача 9 перемішується, а також рівномірно прогрівається, при чому чашки закріплені так, що з одного боку вони наповнюються біогазом і за рахунок різниці густин біогазу та субстрату обертаються. З резервуару 1 утворений біогаз, рухаючись вгору, заповнює перевернуту чашку, яка становиться легшою та обертає перемішувач, далі рухається через захисну газорозподільну решітку 7, виходить крізь штуцер відведення біогазу до труби споживача 4. Дно 10 опускається вниз і біодобриво видаляється.

Таким чином відбувається покращення процесу перемішування суміші, а також зменшуються витрати на електроенергію за рахунок влаштування самостійного чашкового перемішувача, який працює за рахунок різниці густин біогазу та субстрату. Досягається рівномірне прогрівання та збільшується виробництво біогазу з одиниці ваги біомаси.

На чашковий перемішувач, який розташовано в біогазовому реакторі, діють такі сили:

1) підймальна сила, що рівна Архімедовій силі

$$F_{арх} = \rho_p \cdot g \cdot W_q, \quad (1)$$

де ρ_p – густина рідкої складової субстрату;

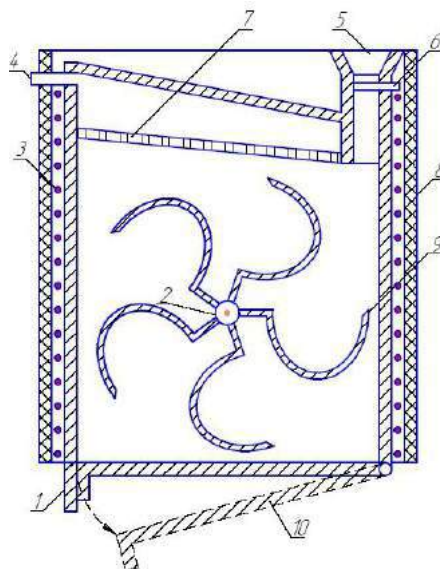


Рис. 1 – Схема біогазового реактора з чашковим перемішувачем

2) сила опору рідкого середовища, може бути визначена за загальною формулою опору при обтіканні тіл різної геометричної форми

$$F_{on} = A_{on} \cdot S_m \cdot \rho_p \cdot \frac{V_a^2}{2}, \quad (2)$$

де A_{on} – коефіцієнт опору середовища; S_m – площа міделового перерізу твердої частинки субстрату, яка може бути прийнята до розгляду як частинка кулеподібної форми; V_a – вертикальна складова швидкості перемішування твердої частинки субстрату в біогазовій установці.

За рахунок різниці густин біомаси та біогазу відбувається обертання чашкового перемішувача в біогазовій установці, що перемішує органічну масу та інтенсифікує процес виділення біогазу без додаткового підведення електричної енергії.

Список використаної літератури

1. Ратушняк Г. С. Енергоефективні технологічні процеси та обладнання біоконверсії. Монографія / Г. С. Ратушняк, К. В. Анохіна. – Вінниця : ВНТУ, 2013. – 160 с.
2. Ратушняк Г.С. Моделювання тепловтрат з біогазової установки в ході розміщення її в ґрунті / Ратушняк Г. С., Анохіна К. В. // Вісник Хмельницького національного університету. – 2015. – № 1 (221). – С. 84-88.
3. Ратушняк Г.С. Вплив характеристик сучасних теплоізоляційних матеріалів на енергоефективність термостабілізації процесу виробництва біогазу / Ратушняк Г. С., Колесник К. В., Каташинський В.О. // Сучасні технології, матеріали і конструкції в будівництві. – 2015. – № 2 (19). – С. 153-157.
4. Пат. 103681 Україна, МПК С 02 F 11/04. Біогазовий реактор / Ратушняк Г. С., Власенко А. М., Анохіна К. В., Каташинський В.О.; Державний департамент інтелектуальної власності. – № u201506246; заявл. 24.06.2015; опубл. 25.12.2015, Бюл. № 24.

Ратушняк Георгій Сергійович – к.т.н., професор кафедри інженерних систем у будівництві, декан факультету будівництва, теплоенергетики та газопостачання Вінницького національного технічного університету

Колесник Катерина Володимирівна – к.т.н., доцент кафедри інженерних систем у будівництві Вінницького національного технічного університету, e-mail: anohinakatya@i.ua

Ratushniak George S. – Ph.D., Professor of Heat, dean of construction, heating and gas Vinnytsia National Technical University

Kolesnik Ekaterina V. – Ph.D., Associate Professor of Heat Vinnytsia National Technical University

Енергоефективні регулювальні пристрої витрати аеродинамічних потоків систем вентиляції та аспірації

Вінницький національний технічний університет

Анотація.

Розглянуто удосконалені конструктивні рішення дросельних пристроїв для систем вентиляції та аспірації із зручнообтічними виконавчими робочими елементами. Їх використання дозволяє зменшити майже вдвічі величини коефіцієнтів місцевого опору порівняно з традиційними пристроями, що свідчить про їх суттєву енергоефективність.

Ключові слова: вентиляція, аспірація, енергоефективність, регулювальні пристрої.

Abstract.

Considers improved designs throttle device for ventilation and aspiration of zручноobtichnymy executive working elements. Their use can reduce by almost half the coefficient of local resistance compared to traditional devices shows their significant energy efficiency.

Keywords: ventilation, aspiration, energy efficiency, adjusting devices.

Повітрообмін в системах вентиляції та аспірації забезпечує відповідна сукупність устаткування й агрегатів для переміщення, розподілення й вилучення забрудненого повітря. Економічної ефективності систем вентиляції та аспірації може бути забезпечена шляхом оптимального керування аеродинамічними потоками повітропроводів. Вирішення цієї проблеми вимагає розроблення науково обґрунтованих механізмів інтелектуальної підтримки прийняття рішень при впровадженні інноваційних проектів з підвищення енергоощадності систем повітрообміну, що створюють сприятливі умови для технологічних процесів. Вирішення цих проблем базується на розробленні математичних моделей оцінки енергоємності прогнозованої надійності вентиляційних та аспіраційних систем, в яких використовуються енергоощадні конструкції регулювальних пристроїв, необхідно також дослідити вплив регулювальних пристроїв на робочі параметри аеродинамічної мережі.

За результатами порівняльного аналізу науково-технічних розробок та досліджень в галузі регулювання потоків аеродинамічних систем визначено основні переваги та недоліки існуючих регулювальних пристроїв. Підтверджено, що використання в регулювальних пристроях аеродинамічних систем незручнообтічних твердих тіл у вигляді пластин призводить до утворення негативних аеродинамічних явищ, що збільшує енергоємність систем вентиляції та аспірації. Встановлено, що застосування вентиляційних систем з перемінною витратою повітря є ефективним технічним рішенням, так як призводить до загального зменшення витрати повітря. Обґрунтована доцільність використання регулювальних пристроїв аеродинамічних мереж з зручнообтічною формою, що сприяє оптимізації аеродинамічної структури потоку, а також більш точному й плавному регулюванню витрати робочого середовища.

Однією із причин значної енергоємності та низької надійності систем забезпечення мікроклімату приміщень є відсутність комплексного інструментарію з оцінювання і прогнозування їх стану, який би врахував кількісні та якісні фактори впливу. Математичні моделі, при розробленні яких використовується теорія нечіткої логіки й лінгвістичних змінних та нейро-нечіткі мережі, дозволяють оптимізувати та налаштувати отриману модель згідно з експериментальними даними, що характеризують надійність систем вентиляції та аспірації.

Існуючі конструкції регулювальних пристроїв в системах вентиляції та аспірації є неенергоефективними, оскільки внаслідок раптового звуження та розширення течії потоку транспортуемого середовища відбувається різна зміна швидкостей. В результаті виникають вихроутворення, які є причиною збільшення гідравлічного опору. Для покращення аеродинамічних умов руху струмینی робочого середовища та плавного регулювання витрати в системах вентиляції та

аспірації запропоновано конструкції дросельних пристроїв із зручнообтічними регулювальними елементами [3, 4]. Плавний перехід до звужуючих зон аеродинамічного потоку в цих пристроях покращує умови протікання струмини робочого середовища і як наслідок зменшується гідравлічний опір, тобто підвищується енергоефективність системи в цілому.

Використовуючи метод багатофакторного планування експерименту, досліджено вплив конструктивно-технологічних параметрів регулювальних пристроїв із зручнообтічними виконавчими елементами та концентрації домішок транспортованого середовища на втрати тиску в аеродинамічній мережі. За результатами дослідження робочих параметрів аеродинамічних мереж на експериментальній установці виявлено що регулювальні пристрої запропонованої конструкції з зручнообтікаючими виконавчими елементами є більше енергоефективними в порівнянні з існуючими в системах вентиляції та аспірації. Позитивний результат досягається за рахунок розширення спектру регулювання та зменшення втрати тиску на забезпечення робочих параметрів систем вентиляції та аспірації.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Вентилювання приміщень: навч. посіб. / [С.С. Жуковский, О.Т. Возняк, О.М. Довбуш, З.С. Люльчак]. – Львів: Видавництво Львівської політехніки, 2007. – 476 с. (ISBN 978-966-553-645-1).
2. Довгалюк В.Б. Розрахункова модель неізотермічної струмини, що настається на опуклу циліндричну поверхню / В.Б. Довгалюк, В.О. Мілейковський // Вентиляція, освітлення та теплогазопостачання: Науково-технічний збірник. Вип. 12. – К.: КНУБА, 2008. С. 11 – 32.
3. Ратушняк Г.С. Вдосконалення регулювання аеродинамічних потоків трубопровідних систем / Г.С. Ратушняк, Р.В. Степанковський // Вісник Хмельницького національного університету. – 2010. – №4, серія «Технічні науки». – С. 26-33.
4. Ратушняк Г.С. Планування багатофакторного експерименту для дослідження регулюючих пристроїв аеродинамічної мережі / Г.С. Ратушняк, Р.В. Степанковський // Сучасні технології, матеріали і конструкції в будівництві. – 2012. – №2. – С. 99-106.

Ратушняк Георгій Сергійович — канд. техн. наук, професор, декан факультету будівництва, теплоенергетики та газопостачання, Вінницький національний технічний університет, м. Вінниця, ratusnag@gmail.com

Степанковський Роман Володимирович – , м. Вінниця

George S. Ratushnyak - candidate. Sc. , Professor, Dean of construction, heating and gas, Vinnytsia National Technical University. Vinnitsa, ratusnag@gmail.com

СИСТЕМИ ВЕНТИЛЯЦІЇ ЗІ ЗМІННОЮ ВИТРАТОЮ ПОВІТРЯ: ОСОБЛИВОСТІ ПРОЕКТУВАННЯ ТА ЕКСПЛУАТАЦІЇ

Вінницький національний технічний університет

Анотація

В роботі розкрито сутність вентиляційних систем зі змінною витратою повітря. Визначено особливості їх проектування та експлуатації. Обґрунтовано пріоритетність їх використання для будівель громадського призначення.

Ключові слова: вентиляція, змінна витрата повітря, регулятор витрати.

Summary

In work the essence of ventilating systems with a variable consumption of air is disclosed. Features of their designing and operation are determined. Reasonably priority of their use for buildings of public appointment.

Keywords: ventilation, variable air consumption, expense regulator.

Вступ

Системи зі змінною витратою повітря почали впроваджувати відносно недавно. Їх розвиток пов'язаний зі все зростаючими вимогами до комфортності мікроклімату та появою новітніх технічних пристроїв для точної регуляції витрати повітря в системах центрального кондиціонування. Дані системи дозволяють гнучко розподіляти потоки повітря в приміщення, де на це є потреба і зменшувати витрату повітря в «незавантажених» приміщеннях. Використання поточкорозподілу дозволяє зменшувати капітальні витрати на влаштування систем кондиціонування і вентиляції та зменшувати експлуатаційні витрати у порівнянні з системими мультизонального кондиціонування та системами чіллер-фанкойл.

Метою даної роботи є дослідження особливостей проектування та експлуатації систем вентиляції зі змінною витратою повітря.

Результати дослідження

Сучасні громадські будівлі офісного типу потребують оснащення високоефективними системами кондиціонування для створення оптимальних мікрокліматичних умов згідно із нормативними документами [1, 2]. Завантаженість приміщень є змінною протягом дня і тижня та залежить від кількості працюючих, орієнтації приміщення відповідно до сторін горизонту, роботи офісного обладнання та інших факторів. За використання традиційних систем мультизонального кондиціонування, окрім системи вентиляції, виникає потреба у встановленні локальних пристроїв для охолодження: фанкойлів, внутрішніх блоків кондиціонерів, холодних балок та інших. Все це в комплексі призводить до значного зростання вартості системи кліматизації, тому що монтуються не одна, а дві системи: вентиляції і кондиціонування. Використання центрального кондиціонування сумішеного з вентиляцією зазвичай призводить до перевитрат енергії, оскільки дані системи розраховують на максимальні теплонаходження у приміщеннях і при центральній підготовці повітря локально врахувати особливості експлуатації кожного приміщення немає змоги. Таким чином відбуваються перевитрати енергії, і система не має достатньої гнучкості у керуванні при великій кількості приміщень, що обслуговуються.

Поява на кліматичному ринку регуляторів витрати повітря, які керуються центральним контролером і можуть змінювати витрату повітря у повітроводі у значних межах дозволило перейти до проектування та впровадження систем зі змінною витратою повітря (VAV). Згідно досліджень [3-

5] зниження енергетичних витрат в системах VAV може досягати більше 25% у порівнянні зі системами з постійною витратою повітря. Основним регулюючим органом в даних системах є термінали VAV залежні і незалежні від тиску. Найбільшого поширення набули термінали, що не залежать від тиску в системі (рис. 1).

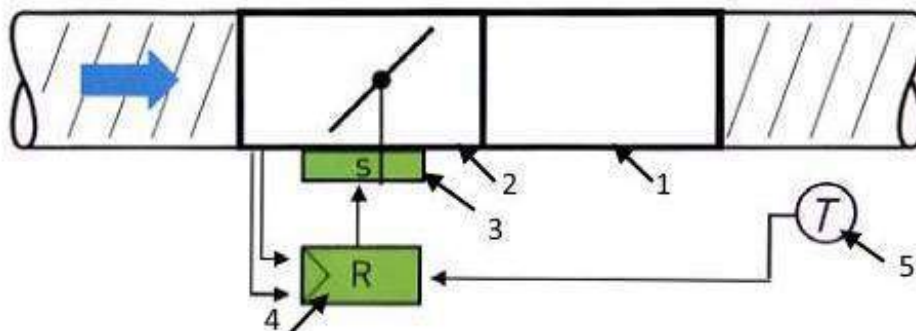


Рис. 1. Термінал VAV незалежний від тиску [3]: 1 – повітропровід; 2 – регулюючий клапан; 3 – сервопривід; 4 – VAV регулятор; 5 – сенсор температури

Аналіз літературної інформації [1-5] дозволив сформулювати наступний перелік основних вимог до проектування систем вентиляції зі змінною витратою повітря:

1. Система повинна забезпечити у кожному приміщенні мінімальну санітарну норму чистого зовнішнього повітря на розбавлення будівельних шкідливостей і забезпечення дихання людей відповідно до вимог додатку Х ДБН В. 2.5-67 [1].

2. Витрата повітря повинна забезпечити асиміляцію тепло- волого надлишків та CO₂, які наявні у приміщенні у даний момент.

3. Кількість повітря, що протікає у повітропроводах і витікає через розподільчі пристрої не повинна бути більшою, за необхідну відповідно до п.п. 1 і 2.

4. Робота системи в будь-якому діапазоні продуктивності не повинна призводити до перевищення нормованих рівнів звукового тиску у всіх октавних полосах.

5. Система повинна бути «гнучкою» тобто мати можливість до адаптації відповідно до нових конструктивних особливостей приміщень або зміни навантажень.

6. Рекомендований діапазон регулювання системи повинен знаходитись в межах 60%...100% від максимальної продуктивності системи для даного приміщення.

В процесі налагодження і експлуатації системи особливу увагу необхідно звернути на монтаж регулюючих пристроїв: необхідно дотримуватися рекомендацій виробників і забезпечити прямі ділянки до і після регулятора не менше 3 діаметрів повітровода. В перелік сервісних робіт обов'язково повинні входити роботи з технічного обслуговування приводів, сенсорів і клапанів, роботи з очищення повітропроводів, фільтрів і вентиляторів. У випадку встановлення після регуляторів калориферів догріву – роботи з очищення поверхні нагріву.

Висновки

Сучасні системи вентиляції і центрального кондиціонування зі змінною витратою повітря відмінно зарекомендували себе як енергозберігаючі гнучкі системи. Кількісна регуляція витрати повітря відповідно до потреб у приміщенні дозволяє зменшити загальну витрату повітря, капітальні витрати та енергоспоживання (приблизно на 25%) у порівнянні з традиційними системами кондиціонування.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Опалення, вентиляція та кондиціонування: ДБН В 2.5-67:2013. – Мінрегіон України. – К. : 2013. – 146 с.
2. Системи вентиляційні. Загальні вимоги: ДСТУ Б А. 3.2 – 12: 2009 – К. : Мінрегіонбуд України. – 2010. – 8 с.
3. Системи VAV: краткое описание [Електронний ресурс]: Режим доступу <http://belimo.com.ua/files/file00342.pdf>

4. Ferrari L. Система с переменным расходом воздуха (VAV-система) / L. Ferrari // Авок. – 2002. – № 2. – С. 52-61.

5. Волков В.А. Аэродинамическая балансировка воздушной сети. Современный подход с использованием САУ регуляторов / В.А. Волков // Авок. – 2011. – № 2. – С. 56-60.

В'ячеслав Васильович Дзеджула – доктор екон. наук, професор кафедри інженерних систем у будівництві, Вінницький національний технічний університет, м. Вінниця, e-mail: djedjulavv@gmail.com.

Vyacheslav V. Dzhezhula — Doctor of Economic Science (Eng.), Professor of the Chair of engineering systems in construction, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia. e-mail: djedjulavv@gmail.com.

Ефективність підвищення термічного опору огорожуючих конструкцій житлових будівель

¹Вінницький національний технічний університет

²Концерн «Поділля»

Анотація.

Надано аналіз підвищення енергоефективності житлових будівель при використанні інноваційних технологій утеплення огорожуючих конструкцій. Впровадження енергозберігаючих заходів дозволяє збільшити термічний опір огорожуючих конструкцій. Розглянуто конструктивно-технологічні заходи з підвищення енергоефективності будівель.

Ключові слова: енергоефективність, огорожуючі конструкції, житлові будівлі, термічний опір.

Abstract.

An analysis of energy efficiency of residential buildings using innovative technology insulation walling. Implementation of energy saving measures can increase the thermal resistance of enclosing structures. Considered constructive and technological measures to improve energy efficiency of buildings.

Keywords: energy, construction fencing, residential buildings, thermal resistance.

Зростання вартості енергоносіїв в Україні вимагає підвищення енергоефективності будівель. При будівництві житлових будівель обов'язковою умовою є впровадження сучасних технологічних методів утеплення зовнішніх стін, покриття й перекриття неопалювальних горищ, підвалів, заповненню віконних прорізів, балконних дверей, вхідних дверей в багатоквартирні житлові будинки та квартири [1, 2, 3, 4]. Тому аналіз доцільності підвищення термічного опору огорожуючих конструкцій житлових будівель шляхом застосування інноваційних технологій утеплення стін, дверей тощо та визначення напрямків організаційно-технологічних рішень, спрямованих на підвищення енергоефективності в житлово-комунальному господарстві є нагальною необхідністю.

Ефективність підвищення енергоефективності будівель розглянуто для міста Вінниці, в якому споруджуються окремо стоячі багатоповерхові житлові будинки, житлові квартали та райони. Нові будівлі мають відповідати класам енергоефективності провідних Європейських держав. Енергетична паспортизація будинків передбачає присвоєння будинку відповідного класу енергетичної ефективності [5, 6].

Характер тренду зменшення енерговитрат та збільшення енергоефективності шляхом утеплення зовнішніх стін, покриття й перекриття неопалювальних горищ, підвалів, заповненню віконних прорізів, балконних дверей, вхідних дверей в багатоквартирні житлові будинки та квартири розглянуто на прикладі будівництва району "Поділля" в м. Вінниці. Спорудження житлових багатоповерхових будинків цього району здійснюється з 2002р. Близько 85% будівель – дев'яти поверхові будинки з неопалювальними горищами та підвалами, поквартирними індивідуальними системами опалення та гарячого водопостачання від газових котлів. Місця загального користування – сходові клітки, тамбури, коридори – не опалюються. Головною особливістю є те що при зведені несучих конструкцій використовується зовнішня цегляна стіна товщиною 510 мм (до п'ятого поверху, як правило, – силікатна, вище п'ятого – керамічна).

Аналіз впровадження енергозберігаючих заходів при будівництві багатоповерхових житлових будинків 2003р., 2009р. та 2015р. свідчить, що в останні роки забудови суттєво підвищився термічний опір огорожуючих конструкцій.

Впровадження заходів з енергозбереження при будівництві житла концерном «Поділля» шляхом використання в якості матеріалу стін керамічної та силікатної цегли, але різних матеріалів для утеплення стін покриття, вікон та дверей, дозволило суттєво збільшити термічний опір. Порівняно з будинком, що зведено в 2003 році, термічний опір для будинку, зведеного в 2015 року, збільшився: для

стін в 1,95 разів, покриття в 1,98 разів, вікон та балконних дверей в 1,74 рази, дверей в квартири, під'їзди, техпідпілля, на дах та горище в 1,48 разів.

Для будинку, зведеного в 2015 році, де впроваджено інноваційні технології з утеплення огорожувальних конструкцій, розрахункові тепловтрати становлять 52,5 кВт/год.м², а їх максимально допустиме значення 55 кВт/год.м². Клас енергетичної ефективності будинку, зведеного в 2015 році, відповідає вимогам «С» (третім із шести), так як різниця між фактичними та максимально допустимим значенням питомих втрат 2,5°К, а допустиме значення 5,1°К. Нагальною задачею є необхідність в подальшому впроваджувати більш дієві інноваційні енергозберігаючі заходи при будівництві багатоповерхових житлових будинків для досягнення найвищого класу енергоефективності.

Для подальшого підвищення енергоефективності при багатоповерховому житловому будівництві доцільно застосування силікатної та керамічної цегли як несучих та огорожуючих конструкцій та сучасних теплоізоляційних матеріалів і технології для підвищення термічного опору. Доцільно використовувати мінераловатні плити $\delta=110$ мм та щільністю $\gamma=140$ кг/м³, що захищені тонкошаровою штукатуркою до 10 мм. Можливий дешевший та більш технологічний варіант комбінації пінополістирольних плит $\delta=110$ мм та щільністю $\gamma=135$ кг/м³ і мінераловатних плит $\delta=110$ мм та щільністю $\gamma=140$ кг/м³. Досягти підвищення енергоефективності будівель та зменшити їх вартість можна встановленням вікон та балконних дверей з ПВХ профілів або дерев'яних з двокамерними склопакетами при заповненні простору між склом повітрям. При використанні таких склопакетів два скла мають бути покриті енергозберігаючим м'яким покриттям. У покритті неопалювальних горищ необхідно застосовувати мінераловатні плити $\delta=220$ мм та щільністю $\gamma=140$ кг/м³, які захищені армованою стяжкою з цементно-піщаного розчину М150. Підлогу над неопалювальним підвалом слід влаштовувати з утепленням мінераловатними плитами $\delta=160$ мм та щільністю $\gamma=140$ кг/м³, що захищені армованою стяжкою з цементно-піщаного розчину М150.

Результати аналізу досвіду впровадження в м. Вінниці концерном «Поділля» інноваційних технологічних рішень з підвищення термічного опору огорожуючих конструкцій багатоповерхових житлових будівель свідчать про підвищення їх енергоефективності. Це сприяє зменшенню витрат енергоносіїв для створення комфортних умов для мешканців будинків та зменшенню витрати їх коштів за спожиту теплову енергію.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Енергозбереження в міському будівництві: навчальний посібник. Частина 1 / І.Н. Дудар, Л.В. Кучеренко, В.В. Швець. – Вінниця: ВНТУ, 2015. – 57 с.
2. Ратушняк Г.С., Ратушняк О.Г. Управління проектами енергозбереження шляхом термореновації будівель. Навчальний посібник. – Універсум-Вінниця: 2006, – 120 с.
3. Ратушняк Г. С., Попова Г. С. Енергозбереження та експлуатація систем теплопостачання. Навчальний посібник. – Вінниця: УНІВЕРСУМ-Вінниця, 2004. – 136 с.
4. Конструкції будинків і споруд. Теплова ізоляція будівель. ДБН В.2.6-31:2006 [текст] – офіц. вид.-К: Мінрегіон України, 2006.- 69 с.
5. Енергетична ефективність будівель. Національний метод розрахунку енергоспоживання при опаленні, охолодженні та гарячому водопостачанні. ДСТУ-Н Б А2, 2-5: 2007 [текст] - офіц. вид.-К: Мінбуд України, 2007.- 163 с.
6. Ратушняк Г.С. Оцінка доцільності підвищення термічного опору огорожуючих конструкцій багатоповерхових житлових будівель / Г.С. Ратушняк, А.М. Очеретний // Вісник ВПІ. – 2016. - №6. с. 11-16.

Ратушняк Георгій Сергійович — канд. техн. наук, професор, декан факультету будівництва, теплоенергетики та газопостачання, Вінницький національний технічний університет, м. Вінниця, ratusnakg@gmail.com

Очеретний Андрій Михайлович – заступник генерального директора концерну «Поділля», м. Вінниця

Медведєва Уляна Олександрівна - інженер кафедри ІСБ, факультет будівництва теплоенергетики та газопостачання, Вінницький національний технічний університет, м. Вінниця

George S. Ratushnyak - candidate. Sc. , Professor, Dean of construction, heating and gas, Vinnytsia National Technical University. Vinnitsa, ratusnakg@gmail.com

Ocheretnyy Andrey Mikhailovich - deputy director general concern "Podillya", Vinnitsa

Ulyana A. Medvedeva - engineer ISF, department of construction of thermal power and gas, Vinnytsia National Technical University, Vinnitsa

Моніторинг корозії підземних сталевих газорозподільних мереж

Вінницький національний технічний університет

Анотація

Проведений аналіз динаміки виникнення інцидентів на газотранспортній мережі та її частоти відмов вказує, що корозія тіла металевого підземного трубопроводу має вагомий вплив на виникнення аварійних ситуацій в системах газопостачання. Наведено фактори, що впливають на швидкість протікання корозійних процесів. Експериментально встановлено значення швидкості корозії тіла труби, ступінь її корозійної небезпеки та захищеність за часом, а також визначено залишковий ресурс ділянки газотранспортної мережі по протіканню швидкості корозії металу.

Ключові слова: сталевий газопровід, корозія, швидкість протікання корозії, ступінь корозійної небезпеки.

Abstract

The analysis of the dynamics of incidents in the gas transportation network and its failure rate indicates that corrosion of the metal body of underground pipeline has a significant impact on emergency situations in gas supply systems. An Factors affecting the rate of occurrence of corrosion processes. The experimental set corrosion rate of the body tube, the degree of danger of corrosion protection and on time, and also the residual life plot gas network leakage rate to corrosion.

Keywords: steel pipeline corrosion, corrosion rate of occurrence, the degree of corrosion hazard.

Велика частина газопроводів має підземну конструктивну схему прокладки. На підземні трубопроводи впливають корозійно-активні ґрунти. Під впливом корозійного зносу металу зменшується товщина стінки труб, що в свою чергу може призвести до виникнення аварійних ситуацій на газових мережах. Безпека об'єктів трубопровідного транспорту повинна бути максимально високою для забезпечення надійних безперебійних постачань газу до споживача, а загроза виникнення аварій – мінімізована.

Захист трубопроводів від корозії – це одна з найважливіших задач, яка стоїть перед організаціями, які експлуатують такі мережі. Корозія металу труб відбувається як зовні під впливом ґрунтового електроліту (у ґрунті завжди знаходиться волога і розчинені в ній солі), так і всередині, внаслідок домішок вологи, сірководню та солей, що містяться в вуглеводневій сировині, яка транспортується. У деяких випадках корозія може викликати дуже швидко появу наскрізних свищів в металі труби і цим вивести трубопровід з ладу, такі руйнування відбуваються особливо часто в трубопроводах, прокладених без достатнього захисту. Крім того, труби, що проходять під землею поблизу ліній електропередач та електрифікованого транспорту, часто піддаються впливу блукаючих струмів. Корозія металевих споруд завдає великий матеріальний і економічний збиток. Вона призводить до передчасного зносу агрегатів, установок, лінійної частини трубопроводів, скорочує міжремонтні терміни обладнання, викликає додаткові втрати транспортованого продукту.

Для обґрунтованої оцінки корозійного стану підземних сталевих газопроводів необхідно якомога повніше враховувати фактори, що впливають на розвиток корозії. З аналізу літературних джерел [1–5] впливає, що найбільш істотними факторами, що впливають на швидкість протікання корозійних процесів на підземних газорозподільних мережах, є: термін експлуатації газопроводу; товщина захисного покриття; напруження в стінках газопроводу; якість марки сталі; питомий електричний опір ґрунту; вологість ґрунту; лужність ґрунту та його окисно-відновний режим; щільність катодного струму; рН-рівень ґрунту; вологість ґрунту; температура газопроводу.

Дані про значення цих факторів можуть бути отримані з проектної документації на газопроводи, за допомогою польових досліджень, за даними датчиків, станцій електрохімічного захисту, а також обчислені по вимірним значенням непрямих факторів.

Для забезпечення антикорозійного захисту газопроводів використовується комплексне поєднання пасивного (ізоляційні покриття) і активного (електрохімічної) захисту. Критерієм оцінки ефективності електрохімічного захисту є захисний потенціал і захисна щільність струму, які залежать як від фізико-хімічних властивостей корозійного середовища, так і стану обладнання протикорозійного захисту і можуть мінятися в широких межах [6, 7].

Проблема аналізу швидкості корозії і прогнозу технічного стану газорозподільних мереж актуальна у зв'язку з сильною зношеністю технологічного обладнання. Основними причинами виникнення аварійних ситуацій на газорозподільних мережах є корозійне руйнування і корозійне розтріскування під напругою. Протяжність трубопроводів, які використано для транспортних цілей, безперервно зростає, що пов'язано з їх безперечною перевагою перед іншими способами транспортування. У той же час збільшення протяжності трубопроводів призводить до підвищення можливості їх руйнування в результаті корозії [8]. Тому надзвичайно важливим стає завдання оцінки несучої здатності, залишкового ресурсу газорозподільних мереж з корозійними дефектами та визначення швидкості корозії тіла труби.

Безпечна експлуатація обладнання газопровідних систем регламентована вимогами Правил безпеки систем газопостачання України [9], при цьому основними причинами відмов підземних газопроводів продовжує залишатися корозія труб [10, 11].

Захист трубопроводів здійснюється за рахунок підтримки мінімального (негативного) захисного потенціалу на кінцях зони захисту. Завищення по модулю захисних потенціалів щодо нормованих значень призводить до перевитрати електроенергії і в цілому здорожує експлуатацію системи катодного захисту, за рахунок від'ємного впливу на стан ізоляційного покриття і веде до зміни механічних властивостей металу труби, підвищеному розтворенню анодних заземлень. У свою чергу недостатній катодний захист газопроводів призводить до підвищення швидкості корозійного ураження стінки трубопроводу і, як результат, до передчасного виходу його з ладу [12].

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Ратушняк Г. С. Управління змістом проектів із забезпечення надійності зовнішніх газорозподільних мереж: монографія / Г. С. Ратушняк, О. І. Ободянська. – Вінниця, 2014. – 128 с. – ISBN 978-966-641-582-3.
2. Жук Н. П. Курс теории коррозии и защиты металлов. М.: Металлургия, 1976. 472 с.
3. Зиневич А. М. Защита трубопроводов и резервуаров от коррозии / Зиневич А. М., Глазков В. И., Котик В. Г. – М.: Недра, 1975. – 288 с.
4. Конакова М.А. Коррозионное растрескивание под напряжением трубных сталей / Конакова М.А., Теплинский Ю.А. – СПб.: Инфода, 2004 – 358 с.
5. Теплинский Ю.А. Управление эксплуатационной надежностью магистральных газопроводов / Теплинский Ю.А., Быков И.Ю. – М.: Нефть и газ, 2007 – 400 с.
6. Бекман, В. Катодная защита от коррозии /В. Бекман, В. Швенк //Справ. изд. Пер с нем. – М.: Металлургия, 1984. – 496с.
7. Бекман, В. Катодная защита: Справ. Изд. Бекман В. Пер. с нем. / Под ред. Стрижевского И.В. - М.: Металлургия, 1992. – 176 с.
8. Андреев И.Н. Введение в коррозиологию: Учеб. пособие. Казань: Изд-во Казан. гос. технол. ун-та, 2004 – 140с.
9. Правила безпеки систем газопостачання України: Міненерговугілля України. – Офіц. вид. – К., 2015 р. – 142 с.
10. Система газопостачання. Газопроводи підземні сталеві. Загальні вимоги до захисту від корозії. ДСТУ Б В.2.5 – 29:2006. – Київ: Мінбуд України, 2006. – 120 с.
11. Ратушняк Г. С. Енергоощадна технологія влаштування вертикального глибинного анодного заземлювача з металонасиченого бетону / Г. С. Ратушняк, О. І. Ободянська // Сучасні технології, матеріали і конструкції в будівництві. – 2013. – № 2. – С. 67–72.
12. Кузнецов, М. В. Противокоррозионная защита трубопроводов и резервуаров / М. В. Кузнецов, В. Ф. Новоселов, П. И. Тугунов, В. Ф. Котов. – М.: Недра, 1992 – 240 с.

Ратушняк Георгій Сергійович – к.т.н., професор, декан факультету будівництва теплоенергетики та газопостачання Вінницького національного технічного університету, академік Академії будівництва України.

Ободянська Ольга Ігорівна – асистент кафедри інженерних систем в будівництві Вінницького національного технічного університету.

Ratushnyak Georgiy – Candidate of Engineering Sciences, Professor, Dean of the Faculty building, heating and gas supply in Vinnytsia National Technical University, Academician in the Ukrainian Academy of building.

Obodyanska Olga – assistant of department of Gas Supply Vinnytsia National Technical University.

Аналіз особливостей проектування систем вентиляції підземних паркінгів для легкових автомобілів

Вінницький національний технічний університет

Анотація

Виконано аналіз вимог до розрахунку повітрообміну, повітророзподілення та конструктивних особливостей систем вентиляції підземного паркінгу для легкових автомобілів. Наведено основні показники запроектованих систем вентиляції підземного паркінгу на 83 машино-місця.

Ключові слова

Системи вентиляції, повітрообмін, повітророзподілення, підземний паркінг.

Abstract

Performed analysis of requirements for calculation of ventilation, air distribution and the design features of the ventilation systems of underground Parking for cars. The basic indicators of the designed ventilation system of underground Parking for 83 vehicles.

Keywords

Ventilation, air circulation, air distribution, underground Parking.

При збільшенні густини житлової забудови міст та кількості особистого легкового транспорту актуальною стає задача будівництва підземних паркінгів, які повинні бути забезпечені ефективними системами вентиляції. Системи вентиляції повинні забезпечувати як необхідний повітрообмін в приміщення, так і димозахист, для забезпечення можливості евакуації людей при пожежі.

При проектуванні систем вентиляції підземних паркінгів визначальним фактором для визначення розрахункового повітрообміну є асиміляція окису вуглецю CO, що виділяється з автомобільних двигунів. При цьому практично обов'язковим є використання механічних систем, тому що різниця густин повітря зовнішнього та внутрішнього не забезпечує ефективної роботи природних систем вентиляції.

Маса виділень в приміщення, г/с встановлюється в технологічній частині проекту.

Повітрообмін на асиміляцію окису вуглецю, м³/год, визначається за формулою:

$$L_{CO} = 3600 \cdot 1000 \cdot G_{CO} / (G_{пдк} - G_H),$$

де: G_{CO} - маса CO, що надходить у повітря робочої зони приміщення г/с: приймається як зазначено вище; $G_{пдк}$ - допустимий вміст окису вуглецю - "Вуглецю оксид" - згідно санітарних норм становить 20 мг/м³.

Крім повітрообміну на асиміляцію окису вуглецю необхідно також враховувати норматині значення повітрообміну, які становлять 150 м³/год на одне машиномісце.

Важливим фактором при проектуванні систем вентиляції паркінгу є влаштування схеми повітророзподілення приміщення. Подачу припливного зовнішнього повітря в приміщення необхідно передбачати уздовж проїздів у верхній зоні приміщення. Для зменшення розповсюдження шкідливих виділень припливним повітрям доцільно використовувати віялові струмені, спрямовані в сторони.

Організація видалення витяжного повітря повинна максималь локалізувати шкідливі виділення, тому видалення повітря з приміщення необхідно передбачати з верхньої і нижньої зон при рівних витратах.

У випадку пожежі на поверсі пожежі витяжна система повинна продовжувати працювати, а припливна автоматично або дистанційно відключатися.

Для запобігання попадання диму в вікна житлової забудови гирла витяжних вентиляційних шахт паркінгів слід розміщувати не нижче 2 м. над рівнем землі та на відстані не менше 15 м. від багатоквартирних житлових будинків, ділянок дитячих дошкільних закладів, шкіл, дитячих будинків, спальних корпусів будинків-інтернатів, стаціонарів лікувальних установ.

З врахування вищезазначених факторів було запроектовано системи вентиляції підземного паркінгу на 83 машино-місця по вул. Трамвайній 7 в м. Вінниця. Повітрообмін приміщення паркінгу становить 19920 м³/год, що склало 240 м³/год на одне машино-місце.

Для забезпечення розрахункового повітрообміну запроектовано три припливні системи продуктивністю 6972 м³/год кожна, з подачею у верхню зону приміщення через повітророзподільники віялового типу, струменями, спрямованими вниз з відм. 2 м. від підлоги.

Запроектовано також три витяжних системи В1, В2, В3 продуктивністю 6972 м³/год кожна, видалення повітря здійснюється з верхньої і нижньої зони порівно через витяжні решітки.

Витяжні системи вимагають ретельної регулювання, відповідно встановлюються дросель клапани на кожному відгалуженні до решіток та повітророзподільників.

Вентиляційне обладнання використано канальне, що дозволило підвищити корисну площу паркінгу.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. ДБН В.2.5-67:2013: Опалення, вентиляція та кондиціонування повітря. Київ. : К. Мінрегіонбуд, 2013. - 141 с.
2. ДБН В.2.3-15:2007. Автостоянки і гаражі для легкових автомобілів. Київ. : К. Мінрегіонбуд, 2007. - 37 с.

Пономарчук Ігор Анатолійович – к. т. н., доцент кафедри теплогазопостачання, Вінницький національний технічний університет, м. Вінниця, ponomartchuk.ia@gmail.com
Ponomarchuk Igor, PhD, docent of Heat and Gas Supply Department, Faculty for Civil Engineering, Thermal Power Engineering and Gas Supply, Vinnytsia national technical university, Vinnytsia city, ponomartchuk.ia@gmail.com

Моделювання прогнозованої надійності трубопроводів теплових мереж

Вінницький національний технічний університет

Анотація.

Розглянуто основні принципи прогнозування надійності теплових мереж. Проаналізовано основні чинники організаційно-технологічного забезпечення оцінювання надійності трубопроводів теплових мереж. Запропоновано для моделювання прогнозованої надійності трубопроводів теплових мереж використовувати математичний апарат нечіткої логіки та лінгвістичні змінні.

Ключові слова: прогнозування, надійність, трубопроводи, теплові мережі, лінгвістична змінна.

Abstract.

The basic principles of forecasting reliability of heat networks. The basic factors of organizational and technological support evaluation of reliability of network pipes. Proposed to model predicted reliability of network pipes used mathematical apparatus of fuzzy logic and linguistic variables.

Keywords: forecasting, reliability, pipelines, heat networks, linguistic variable.

Значна кількість аварій в системах теплопостачання та ненадання населенню якісних й дешевих послуг з опалення будівель обумовлено низькою якістю виконання конструкцій трубопроводів, теплової ізоляції, запірної арматури, недостатнім рівнем автоматичного управління процесами передавання, розподілення й споживання теплової енергії. В зв'язку з цим зменшується надійність системи теплопостачання із-за морального й фізичного старіння її окремих елементів, що обумовлено хронічним недофінансуванням робіт з їх модернізації та реконструкції.

Основні принципи прогнозування надійності трубопроводів теплових мереж розглянуті в роботах [1, 2, 3, 4, 5]. Суттєвий вплив на методологію прогнозування надійності систем теплопостачання мають такі конструктивні властивості та технологічні особливості: нелінійні просторові мережові структури довільної топології із значною кількістю елементів з різною ймовірністю безвідмовної роботи, потік відмов, що виникають одна за одною у випадкові моменти часу є випадковою функцією, що визначається значною величиною факторів, які характеризуються кількісними та якісними параметрами. Відмова функціонування системи теплопостачання при проектному розрахунковому або аварійному рівні теплозабезпечення споживачів є причиною зменшення температури повітря в приміщеннях нижче оптимального значення, тобто до погіршення комфортних умов проживання мешканців.

Відомі статистичні методи прогнозування надійності, що базуються на аналізі варіації оціночного показника за певний проміжок часу [2, 4]. Прогнозування надійності трубопроводів теплових мереж на основі аналізу статистичних моделей не завжди доцільне й можливе із-за відсутності статистики пошкоджуваності за визначений проміжок часу для довгострокового періоду їх експлуатації. Систему теплогазопостачання доцільно представляти як динамічну математичну модель, яка може бути неперервною, коли змінна весь час змінюється, або дискретною, коли змінна змінюється в окремі періоди експлуатації.

Процес моделювання з прогнозування надійності трубопроводів теплових мереж включає: постановку задачі – підвищення ефективності організаційно-технологічних заходів із забезпечення надійності; формалізацію моделі – формування концептуальної моделі для багатофакторного аналізу накопичених факторів, що впливають на стан трубопроводів; вибір математичного апарату для моделювання та формальний опис моделі; безпосереднє створення моделі – встановлення залежності між факторами, що досліджуються і впливають на надійність трубопроводів; верифікація та перевірка адекватності моделі; аналіз результатів моделювання та формування висновків й пропозицій.

Прогнозування надійності трубопроводів залежно від факторів, що впливають на цей процес,

доцільно виконувати на основі експертних якісних та кількісних оцінок технічного стану елементів системи теплопостачання. Для розроблення експертно-модельної системи прогнозування надійності трубопроводів доцільно використовувати математичний апарат, що базується на теорії нечітких множин та лінгвістичної змінної [6, 7, 8].

Основними поняттями теорії нечітких множин є універсальна множина, нечітка множина, функція належності, лінгвістична змінна та нечіткі логічні операції. Моделювання прогнозованої надійності здійснюється за допомогою нечітких висновків, які апроксимуються відповідною залежністю за допомогою нечітких правил «якщо – то» та нечітких логічних операцій [6, 8]. Техніка нечіткого логічного висновку дозволяє отримати прогнозовану надійність трубопроводів як нечіткі множини. Для переходу від отриманих нечітких множин до кількісної оцінки виконують процедуру дефазифікації, тобто перетворення нечіткої інформації в чітку форму.

З метою встановлення ієрархічних зв'язків, що визначають прогнозовану надійність трубопроводів теплових мереж, виконана їх класифікація за кількісними й якісними ознаками: проектні рішення, якість будівельно-монтажних робіт та умови експлуатації, які враховують призначення конструктивні параметри, руйнуючі фактори тощо. Класифіковані фактори визначають лінгвістичні змінні на системному та підсистемному рівнях. За результатами структурної ідентифікації чинників, що впливають на надійність трубопроводів, розроблено узагальнений елемент у вигляді дерева логічного висновку ієрархічних зв'язків кількісних та якісних параметрів як факторів впливу. Корінь дерева логічного висновку відповідає прогнозованій надійності трубопроводів, а висячі вершини є фактори, що впливають на надійність на підсистемних рівнях. Як нечіткі терми для оцінювання лінгвістичних змінних прийняті кількісні вирази «низька», «нижче середньої», «середня», «вище середньої» та «висока», за допомогою яких складено нечіткі матриці знань. Лінгвістичні висловлювання, що структуризовані у вигляді нечітких матриць знань стали підґрунтям для складання системи нечітких логічних рівнянь, які характеризують поверхню належності змінних за відповідним термом.

Отримані нечіткі логічні рівняння на відповідному ієрархічному системному чи підсистемних рівнях пов'язують функції належності вхідних і вихідних змінних. Ієрархічна система логічних рівнянь дозволить оцінити ступінь належності чинників, що впливають на безвідмовність роботи теплових мереж. Використання теорії нечітких множин дає можливість оцінити прогнозовану надійність трубопроводів з врахуванням кількісних та якісних параметрів їх технічного стану.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Ионин А.А. Надежность систем тепловых сетей. – М.: Стройиздат, 1989, 265 с.
2. Капцов И.И. Оценка надежности трубопроводов систем централизованного теплоснабжения/ И.И. Капцов, О.Н. Лобко// Коммун. хозяйство городов: научн.-техн. сб. ХНАМГ: – К.: Техника, 2008. – Вип. 84. с. 151-155.
3. Нікітін Є.Є. Підвищення енергетичної ефективності систем централізованого теплопостачання: автореф. дис. докт. техн. наук: 05.14.01/ Є.Є. Нікітін. К.: 2015. – 40 с.
4. Ратушняк Г.С., Поліщук М.В. Методи прогнозування із забезпечення надійності розподільчих мереж систем теплопостачання / Зб. наук. праць Актуальні проблеми систем теплогазопостачання і вентиляції, водопостачання і водовідведення. Г.С. Ратушняк, М.В. Поліщук// Рівне: НУВГП, 2015. – с. 77-78.
5. Ратушняк Г.С. Обґрунтування доцільності способу санації та термомодернізації трубопроводів теплових мереж для підвищення їх енергоощадності / Г.С. Ратушняк, М.В. Поліщук // Сучасні технології, матеріали і конструкції в будівництві: наук.-техн. зб. – Вінниця, УНІВЕРСУМ – Вінниця. – 2015. - №1(18). – с. 130-136.
6. Митюшкин Ю.И. Soft Computing: идентификация закономерностей нечеткими базами знаний/ Ю.И. Матюшкин, Б.И. Мокин, А.П. Ротштейн. – Винница: УНІВЕРСУМ – Винниця, 2002. – 145 с.
7. Ратушняк Г.С. Управління змістом проектів із забезпечення надійності зовнішніх газорозподільних мереж: монографія / Г.С. Ратушняк, О.І. Ободянська. – Вінниця, 2014. – 128 с.
8. Ротштейн А.П. Нечеткая надежность алгоритмических процессов / А. Ротштейн, С. Штовба. – Винница: Континент. – ПРИМ, 1997. – 142 с.

Георгій Сергійович Ратушняк — канд. техн. наук, професор, професор кафедри інженерних систем в будівництві, Вінницький національний технічний університет, м. Вінниця.

Марина Володимирівна Свідеревич — аспірант кафедри ІСБ, факультет будівництва теплоенергетики та газопостачання, Вінницький національний технічний університет, Вінниця, e-mail:

РЕКОНСТРУКЦІЯ СИСТЕМ ЦЕНТРАЛІЗОВАНОГО ТЕПЛОПОСТАЧАННЯ ТА ОПАЛЕННЯ ЖИТЛОВИХ БУДИНКІВ

Вінницький національний технічний університет

Анотація

В даній доповіді розкрита проблема необхідності підвищення енергоефективності систем опалення та теплопостачання житлових будинків шляхом реконструкції цих систем.

Ключові слова: реконструкція системи, енергоефективність системи; термомодернізація; балансування системи, система опалення, система теплопостачання.

Abstract

In this report the problem revealed the need to improve the energy efficiency of heating and heating of residential buildings by reconstruction of these systems.

Keywords: reconstruction system, energy system; thermo; balancing system, heating system.

Опалення та гаряче водопостачання на сьогодні має високу вартість. Високі комунальні платежі за ці послуги є результатом надмірного споживання енергії (теплової та електричної). Причина – ваша будівля побудована без належної уваги до економії енергії, оскільки колись ця енергія була дешевою. Сьогодні її вартість висока і подальше її зростання, на жаль, неминуче. Для вирішення цієї проблеми необхідно визначити її причини.

Головною причиною є надмірні тепловтрати через зовнішні огорожувальні конструкції будівлі. Переважна більшість будівель України має низькі показники теплової ізоляції будівельних конструкцій, що призводить до значних втрат теплової енергії. Теплозахисні вимоги за старими будівельними нормами до стін, горищного перекриття тощо в кілька разів нижче сучасних вимог. Тому через будівельні конструкції старих будівель втрачається у кілька разів більше теплової енергії, ніж в сучасних будівлях. В середньому таким чином втрачається 20-30 % теплової енергії. Великі тепловтрати – близько 15-25% – відбуваються через старі вікна. Крім низьких теплотехнічних характеристик, вікна до того ж недостатньо герметичні. Крім того існують теплові втрати через дах, оцінювані в 10-25 %, і підвал – до 6 % [1].

Другою, не менш важливою причиною високого теплоспоживання є низька енергоефективність старих систем опалення. Вони з самого початку запроектовані з надмірним в кількох разів теплоспоживанням. Морально і технічно застарілі теплові пункти, гідравлічно розрегульовані системи через несанкціоноване втручання користувачів (заміна радіаторів, трубопроводів і т. д.), засмічені трубопроводи, відсутня теплоізоляція в неопалюваних підвалах – це далеко не повний перелік недоліків старих систем опалення [2].

Третя причина: велике споживання теплової енергії у деякій мірі також викликано відсутністю його обліку у кожного споживача (квартири/користувача), що не стимулює індивідуальне економне теплоспоживання.

Реконструкція системи централізованого теплопостачання має на меті заміну застарілих інженерних рішень та обладнання новими. Існує багато рекомендацій та принципових схем для вирішення цієї проблеми, але потрібно чітко усвідомлювати, який результат бажано отримати та скільки коштів вкласти [3].

1. Залежна схема теплопостачання з обліком спожитого тепла та автоматичним обмеженням витрати теплоносія з боку теплової мережі. Основними елементами рішення є лічильник тепла та балансувальний клапан в поєднанні з регулятором перепаду тиску. Реалізується при наявності

елеваторного вузла. Тепловий лічильник надає можливість моніторингу «спожитого» тепла будинком, показує температуру теплоносія на вході та виході з системи опалення будинку до теплової мережі та його миттєву витрату. Комбінація балансувального клапану та регулятора перепаду тиску автоматично обмежує витрату теплоносія з боку теплової мережі, але не реагує на його температуру та температуру зовнішнього повітря. Таке технічне рішення надає можливість встановити та автоматично підтримувати проектну витрату теплоносія на будинок з боку теплової мережі. При обладнанні такою комбінацією клапанів всіх будинків, які під'єднані до мережі, можна досягнути її повної гідравлічної стабілізації та уникнути типового для систем гідравлічного дисбалансу. Недоліком рішення є неможливість контролювати температуру теплоносія у відповідності до температури зовнішнього повітря.

2. Залежна схема теплопостачання з обліком спожитого тепла та автоматичним регулюванням витрати теплоносія з боку теплової мережі з урахуванням реальної потреби будинку у теплі. Основними елементами рішення є лічильник тепла, автоматичний регулятор витрати теплоносія з електричним приводом та блок погодного керування. Реалізується при наявності елеваторного вузла. Таке технічне рішення надає можливість автоматично підтримувати необхідну витрату теплоносія на будинок з боку теплової мережі, враховуючи погодні умови та температури теплоносія. Це дозволить мінімізувати «споживання» надлишкового тепла будинком, що важливо в умовах температурно інерційних теплових мереж. При обладнанні всіх будинків, які під'єднані до мережі, автоматичними регуляторами витрати можна досягти її повної гідравлічної стабілізації та уникнути типового для систем гідравлічного дисбалансу.

3. Незалежна схема теплопостачання з розмежуванням контуру теплової мережі та системи опалення будинку. Індивідуальний тепловий пункт (ІТП). Основними елементами рішення є лічильник тепла, автоматичний регулятор витрати теплоносія з електричним приводом чи балансувальний клапан в поєднанні з регулятором перепаду тиску та двоходовим регулюючим клапаном з електричним приводом, теплообмінник, розширювальний бак системи опалення, насоси, блок керування з урахуванням погодних умов та температур теплоносія. Значна перевага незалежної системи теплопостачання – розділення гідравлічних контурів теплової мережі і системи опалення будинку. Це дозволяє уникнути забруднення внутрішньобудинкових комунікацій та приладів опалення з боку «зовнішньої» мережі, налаштовувати витрату теплоносія за реальною потребою споживачів.

4. Реконструкція системи опалення будинку. Існуючі системи опалення у «старих» будинках не є енергоефективними, тому що в них не реалізована функція автоматичного регулювання температури у приміщеннях. Щоб вирішити питання комфортної температури у квартирі чи окремих її кімнат, потрібно провести заміну системи опалення у будинку. Чому це потрібно зробити: переважна більшість комунікацій (трубопроводів) «відпрацювали» більше нормованих 25 років, що збільшує вірогідність аварії у системі; гідравлічний дисбаланс розподілу теплоносія у системі внаслідок втручання мешканців будинку; неможливість індивідуального налаштування температури у приміщеннях. Нова система опалення повинна реалізовувати всі новітні підходи з урахуванням вимог енергоефективності. Це означає, що всі опалювальні прилади повинні мати термостатичні клапани і керуватися за допомогою термостатичних головок. Розподіл теплоносія у системі контролюється балансувальними клапанами та регуляторами перепаду тиску, які комбінуються у пари на стояках системи.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Горбачовський О. П. Проблеми енергозбереження в житлово- цивільному будівництві/ О. П. Горбачовський // Будівництво України. – 1998. – № 2. – С. 12-14.
2. Авдієнко О. П. Реконструкція житла. Сучасний стан проблем / О. П. Авдієнко, Л. Н. Андріонова // Реконструкція житла. - 2004. – Випуск 5. – С.13–16.
3. Савицька М. А. Енергозбереження в сучасному житловому будівництві / М. А. Савицька, О. Р. Позняк, У. Д. Марущак // Ринок інсталяцій. – 2005. – № 5. – С. 46 – 48.

Голоднюк Богдан Олександрович — студент групи БТ-13, Факультет будівництва, теплоенергетики та газопостачання, Вінницький національний технічний університет, м. Вінниця, e-mail: golodniukb@gmail.com.

Паламарчук Олександр Михайлови — студент групи БТ-13, Факультет будівництва, теплоенергетики та газопостачання, Вінницький національний технічний університет, м. Вінниця, e-mail: palamarchukoleksandr@rambler.ru.

Слободян Наталя Михайлівна — доцент кафедри інженерних систем у будівництві, Факультет будівництва, теплоенергетики та газопостачання, Вінницький національний технічний університет,

м. Вінниця, email: nslobodian61@mail.ru.

Golodniuk Bohdan A. - student group BT-13, Department of Construction, power and gas, Vinnytsia National Technical University. Vinnitsa, e-mail: golodniukb@gmail.com.

Palamarchuk Aleksandr Mikhailov - a student group BT-13, Department of Construction, power and gas, Vinnytsia National Technical University. Vinnitsa, e-mail: palamarchukoleksandr@rambler.ru.

Slobodyan Natalia M. - Associate Professor of engineering systems in construction, Faculty of construction, power and gas, Vinnytsia National Technical University, m. Vinnytsya, email: nslobodian61@mail.ru.

Напрямки підвищення енергоефективності біоконверсії шляхом зменшення енергозатрат на виробництво біогазу

Вінницький національний технічний університет

Анотація.

Розглянуто напрямки підвищення енергоефективності біоконверсії при виробництві біогазу. Запропоновано енергоефективні конструкторсько-технологічні схеми біогазових установок з відновлювальними джерелами енергії для термостабілізації процесу анаеробного бродіння біомаси.

Ключові слова: енергоефективність, біогазова установка, термостабілізація, відновлювальні джерела енергії.

Abstract.

Directions bioconversion of energy efficiency in the production of biogas. An energy-efficient design and technological schemes of biogas plants with renewable energy for thermal stabilization process of anaerobic fermentation of biomass.

Keywords: energy, biogas plant, thermal stabilization, renewable energy.

За рахунок органічних відходів агропромислового комплексу, зокрема використовуючи їх в системах біоконверсії, можливо частково вирішити проблему використання відновлювальних джерел енергії. Законодавча база України сприяє поширенню енергозберігаючих технологій та альтернативних джерел енергії. Верховною Радою України було прийнято закон «Про альтернативні джерела енергії» [1] та закон «Про розвиток виробництва та споживання біологічних видів палив» [2], якими передбачено впровадження альтернативних джерел енергії з використанням біомаси. Загострення процесу забруднення довкілля органічними відходами та відходами продуктів життєдіяльності населених пунктів є також суттєвим мотивом інтенсифікації розробок з удосконаленням процесу виробництва біогазу.

Для досягнення високої ефективності роботи біореакторів та отримання максимальної кількості біогазу із органічних сільськогосподарських відходів необхідно створити оптимальні технологічні параметри в біореакторі. Незначне відхилення від оптимальних температурних режимів сприяє загибелі анаеробних бактерій, тобто зупинення або заповільнення процесу ферментації. Важливим аспектом стабільності теплового режиму в біореакторі є підігрівання субстрату та одночасна теплоізоляція стінок біореактора. Рентабельність таких установок пропорційна витратам енергії на процес термостабілізації. Процес ферментації біомаси потребує значних затрат енергії, що може призвести до збитковості процесу утворення біогазу в реакторі. Теплозабезпечення біореактора є ефективним рішенням проблем повторного використання теплоти та зниження затрат на технологічний процес утворення біогазу [3, 4].

Альтернативними енергоефективними засобами теплозабезпечення термостабілізації процесу ферментації біомаси є використанням сонячної та вітрової енергії, теплоти ґрунту та води за допомогою теплових насосів та утилізації низько потенційних теплових вторинних ресурсів. Запропонована класифікація напрямків підвищення енергоефективності біоконверсії шляхом зменшення енергетичних затрат на ферментацію біомаси.

Розглянуто енергоефективні конструкторсько-технологічні схеми біогазових установок з альтернативними джерелами термостабілізації процесу ферментації. Реалізацію підвищення енергоефективності біогазових установок пропонується за допомогою використання низькопотенційної теплової енергії технологічного процесу біоконверсії, відновлювальної сонячної енергії за допомогою сонячних колекторів та батарей, а також за допомогою перетворення низькопотенційної теплової енергії тепловими насосами [5, 6].

Основні напрямки використання сонячної енергії для термостабілізації та інтенсифікації виробництва біогазу є безпосереднє підігрівання субстрату, конструктивне виконання біореактора,

теплова енергія сонячних колекторів та електрична енергія сонячних батарей. Низько потенційну теплову енергію ґрунту та природної води доцільно використовувати за допомогою теплових насосів для підігрівання субстрату біомаси до оптимальних мерефільного та термофільного процесів ферментації субстрату. Також суттєво підвищити енергоефективність біоконверсії можна шляхом рециркуляції теплової енергії, встановивши теплообмінники для відбору теплової енергії від утвореного біогазу і відпрацьованої біомаси. Перспективним напрямом зниження енергоємності систем біоконверсії є також утилізація низько потенційної енергії переробних підприємств агропромислового комплексу.

За результатами теоретичних досліджень виявлено залежності продуктивності біогазової установки від частоти обертання перемішувача і вологості субстрату для різних температурних режимів анаеробного бродіння. Запропоновано математичну модель з використанням нечіткої логіки та лінгвістичних змінних для визначення продуктивності біогазової установки з відновлювальними джерелами енергії для термостабілізації процесу ферментації. Визначено енергетичні складові моделі енергоефективного біореактора з відновлювальними альтернативними джерелами енергії. Розроблено структурно-логічну модель управління процесом з підвищення енергоефективності процесу біоконверсії. За результатами чисельного моделювання визначено затрати енергії на забезпечення інтенсифікації та термостабілізації як приклад за природо-кліматичних умов Вінницької області.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Закон України «Про енергозбереження» : за станом на 1 липня 1994 р. / Верховна Рада України. – Офіц. вид. – К. : Відомості Верховної Ради, 1994. – 283 с. Режим доступу: <http://zakon.rada.gov.ua/cgi-bin/laws/main.cgi?nreg=74%2F94-%E2%F0>.
2. Закон України «Про альтернативні джерела енергії» : за станом на 20 лютого 2003 р. / Верховна Рада України. – Офіц. вид. – К. : Відомості Верховної Ради, 2003. – 155 с. Режим доступу: <http://zakon.rada.gov.ua/cgi-bin/laws/main.cgi?nreg=555-15>.
3. Ратушняк Г. С. Енергозберігаючі відновлювальні джерела теплопостачання : навч. посібник / Г. С. Ратушняк, В. В. Джеджула, К. В. Анохіна. – Вінниця : ВНТУ, 2010. – 170 с.
4. Ратушняк Г. С. Енергоефективні технологічні процеси та обладнання біоконверсії: монографія / Г. С. Ратушняк, К. В. Анохіна. – Вінниця: ВНТУ, 2013. – 148 с.
5. Ратушняк Г. С. Енергоефективність біоконверсії при термостабілізації анаеробного бродіння субстрату в біогазовій установці з тепловим насосом / Г. С. Ратушняк, І. А. Кошечев // Сучасні технології, матеріали і конструкції в будівництві. – 2012. – № 2. – С. 145–152.
6. Ратушняк Г. С. Інтенсифікація біоконверсії шляхом використання відновлювальних джерел енергії / Г. С. Ратушняк, І. А. Кошечев // Сучасні технології, матеріали і конструкції в будівництві. – 2011. – № 2. – С. 157–161.

Ратушняк Георгій Сергійович — канд. техн. наук, професор, декан факультету будівництва, теплоенергетики та газопостачання, Вінницький національний технічний університет, м. Вінниця, ratusnakg@gmail.com

Кошечев Іван Анатолійович – аспірант кафедри інженерних систем в будівництві, Вінницький національний технічний університет, м. Вінниця

George S. Ratushnyak - candidate. Sc. , Professor, Dean of construction, heating and gas, Vinnytsia National Technical University, Vinnitsa, ratusnakg@gmail.com

Koscheyev Ivan A. - graduate student of engineering systems in construction, Vinnytsia National Technical University, Vinnitsa

Теплохолодopостачання будівель з використанням низькопотенційної теплової енергії землі

Вінницький національний технічний університет

Анотація

Розглянуто основні чинники, які впливають на використання низькопотенційної теплової енергії землі. Досліджено шляхи підвищення кількості теплової енергії. Запропоновано рекомендації для ефективного влаштування і використання теплових насосів.

Ключові слова: тепловий насос, низькопотенційна тепла енергія землі, потужність ґрунту, крок труб, коефіцієнт потужності.

Abstract

It has been considered the main factors affecting to using low-potential thermal energy of the ground. Has been researched the ways of increase quantity of the thermal energy. Proposed recommendations for effective installation and using the heat pumps.

Keywords: ground source heat pump, low-potential thermal energy of the ground, ground capacity, pipe pitch, capacity coefficient.

Рациональне використання паливно-енергетичних ресурсів являє сьогодні собою одну з глобальних світових проблем, успішне вирішення якої, мабуть, буде мати визначальне значення не тільки для подальшого розвитку світового співтовариства, а й для збереження середовища її проживання. Одним з перспективних шляхів вирішення цієї проблеми є застосування нових енергозберігаючих технологій, які використовують нетрадиційні відновлювані джерела енергії. Найбільш поширеними з них є теплові насоси, що використовують у якості зовнішнього джерела теплової енергії тепло ґрунту на невеликих глибинах. Розширення застосування в Україні систем теплопостачання на основі теплових насосів із ґрунтовими теплообмінниками йде, безумовно, недостатньо високими темпами, однак, в умовах дедалі гострішого дефіциту та зростання цін на енергоносії проблема енергозбереження для економіки України в цілому і для її житлово-комунального сектора зокрема стає дуже актуальною. [1]

Відомо, що більшу частину від всієї необхідної теплової енергії тепловий насос отримує із навколишнього середовища, тому надзвичайно необхідним є уміле, раціональне її використання. [2]

За результатами досліджень визначено, що кількість корисного тепла і тим самим розміри необхідної площі в значній мірі залежать від теплофізичних властивостей ґрунту і від енергії сонця, тобто від кліматичних умов. Такі термічні характеристики як об'ємна теплоємність і теплопровідність ґрунту в значній мірі залежить від його складу і стану. В якості факторів впливу в першу чергу важливо вказати вміст води, вміст мінеральних компонентів, наприклад кварцу і польового шпату. А також частку і розміри заповнених повітрям пор.

Тобто, можна сказати, що акумулюючі властивості і теплопровідність ґрунту тим більше, чим вищий вміст в ньому води, чим більша частка мінеральних компонентів і менша кількість пор.

Потужність, яка відбирається з ґрунту при влаштуванні теплового насоса горизонтальним методом складає від 10 до 35 Вт/м², а саме :

- сухий піщаний ґрунт : $q_{\text{г}} = 10-15 \text{ Вт/м}^2$;
- вологий піщаний ґрунт : $q_{\text{г}} = 15-20 \text{ Вт/м}^2$;
- сухий глинистий ґрунт : $q_{\text{г}} = 20-55 \text{ Вт/м}^2$;
- вологий глинистий ґрунт : $q_{\text{г}} = 25-30 \text{ Вт/м}^2$;
- ґрунт із ґрунтовими водами : $q_{\text{г}} = 30-35 \text{ Вт/м}^2$.

Потужність, яка відбирається з ґрунту при влаштуванні теплового насоса вертикальним методом дещо вища, і складає від 20 до 70 Вт/м², а саме :

за загальними нормативними показниками :

- «поганий» ґрунт (суха осадова порода) : $q_{\text{в}} = 20 \text{ Вт/м}$;
- нормальна тверда кам'яна порода і насичена водою осадова порода : $q_{\text{в}} = 50 \text{ Вт/м}$;
- тверда кам'яна порода із високою теплопровідністю : $q_{\text{в}} = 70 \text{ Вт/м}$.

окремі породи :

- галька, сухий пісок : $q_{\text{в}} < 20 \text{ Вт/м}$;

- галька, вологий пісок : $q_b = 55-65 \text{ Вт/м}$;
- волога глина, суглинок : $q_b = 30-40 \text{ Вт/м}$;
- вапняк (масивний) : $q_b = 45-60 \text{ Вт/м}$;
- піщаник : $q_b = 55-65 \text{ Вт/м}$;
- кислі магматичні породи (граніт) : $q_b = 35-55 \text{ Вт/м}$;
- гнейс : $q_b = 60-70 \text{ Вт/м}$.

При влаштуванні труб у скважину, всі проміжки між трубами і ґрунтом, як правило, заповнюються матеріалом із хорошою теплопровідністю (бентонітом).

Також визначено, що зі збільшенням кроку труб зменшується взаємовплив між колекторами і збільшується температура ґрунту в площині симетрії між трубами, тобто, можна сказати, що збільшується акумульована теплота ґрунтом.

Відстань між трубами, що прокладаються горизонтально повинна бути не меншою ніж 0,7 – 0,8 м.

Щодо вертикального методу, то мінімальна відстань між 2 земляними зондами повина складати :

- при глибині до 50 м мінімум 5 м;
- при глибині до 100 м мінімум 6 м.

Для підвищення коефіцієнта потужності необхідно прагнути, якщо це можливо, до низької температури подачі, наприклад, 35° , при використанні підлогового опалення.

Як вже зазначалося, більша частина теплової енергії, яка поступає, наприклад, до опалювальної системи, забезпечується не рухомою енергією компресора, а в основному дійсно сонячною енергією, акумульованою у воді. Ця частка в залежності від виду акумулятора тепла, і особливо від його температурного рівня може в 3-5 разів перевищувати енергію, яка вноситься компресором.

Тому, коефіцієнт потужності E визначають як відношення корисної теплової енергії до кількості внесеної рухомої електроенергії компресора :

$$E = Q_{TH} / P_{TH},$$

де Q_{TH} – теплова потужність, яка віддається тепловим насосом в даний момент (кВт);

P_{TH} – електрична потужність, яка проводиться в даний момент до теплового насосу (кВт).

Для кожного теплового насоса буде справедливо стверджувати, що чим нижча різниця температур між джерелом теплоти і споживачем теплоти, тим вищий коефіцієнт потужності.

Отже, основними рекомендаціями для ефективного використання низькопотенційної теплової енергії ґрунту можна виокремити: дослідження складу і стану ґрунту, в якому передбачається прокладання системи; влаштування трубопроводів із кроком, розрахованим для даних умов, зважаючи на рекомендовані значення; влаштування систем-споживачів тепла, які потребують низької температури подачі.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Ратушняк Г. С. Енергозберігаючі відновлювальні джерела тепlopостачання : навчальний посібник / Г. С. Ратушняк, В. В. Джеджула, К. В. Анохіна – Вінниця : ВНТУ, 2010. – 170с.
2. Низькопотенційна енергетика: навчальний посібник/ А. О. Редько та ін.; Під ред. Академіка НАНУ А. А. Долинського. – Харків: ТОВ «Друкарня Мадрид», 2016. – 412 с.
3. Инструкции по проектированию Viessmann. [Електронний ресурс]. – Режим доступу : <http://viessmann.com.ua/images/uploads/pdfs/vitocal.pdf>

Людмила Володимирівна Ладняк – студентка групи ТГ-16мі, факультет будівництва, теплоенергетики та газопостачання, Вінницький національний технічний університет, м.Вінниця : e-mail : ladniaklv@i.ua

Науковий керівник : **Георгій Сергійович Ратушняк** — канд. техн. наук, професор, професор кафедри інженерних систем в будівництві, Вінницький національний технічний університет, м. Вінниця.

Liudmyla V. Ladniak – Department of Construction, Heating and Gas Supply, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia.

Supervisor: **Heorhiy S. Ratushniak** - Ph.D., Professor of the Engineering Systems in Construction, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia.

ДОЦІЛЬНІСТЬ ВИКОРИСТАННЯ ТЕПЛОВИХ НАСОСІВ В ЕНЕРГОЕФЕКТИВНИХ СИСТЕМАХ ОПАЛЕННЯ

Вінницький національний технічний університет

Анотація

Розглянено переваги альтернативних джерел енергії при їх використанні в системах опалення. Обґрунтовується можливість використання у системах опалення альтернативних джерел енергії, зокрема теплових насосів, їх переваги та недоліки, перспективи у майбутньому.

Ключові слова: альтернативні джерела енергії; тепловий насос; тепла енергія; системи опалення.

Abstract

The advantages of alternative energy sources when used in heating systems. Substantiates the use of heating alternative energy sources, including heat pumps, their advantages and disadvantages and prospects for the future.

Keywords: renewable sources of energy; heat pump; heat energy; heating system.

Постійне зростання вартості нафтопродуктів, газу та відповідної сировини змушує уряд і багатьох жителів України все частіше звертати свою увагу на використання поновлюваної (альтернативної) енергії. Альтернативні джерела енергії систем опалення дозволяють скоротити витрати на житлово-комунальне господарство до 80%. Перевагою альтернативних джерел енергії систем опалення є використання поновлюваних ресурсів - енергії сонця, вітру, тепла ґрунту і води, біомаси, а також більш висока ефективність їхньої роботи в порівнянні з традиційними рішеннями. Вони забезпечують автономність, безпечність у своєму використанні та екологічність. Автономні альтернативні системи опалення потребують мінімальних електричних затрат. Застосування комбінованих систем дозволяє істотно заощаджувати на вартості енергії[1].

Існують різні способи застосування альтернативних джерел енергії, які відрізняються схемами підключення, комбінуванням і принципом використання. При цьому з усіх можна виділити такі базові:

- доповнення до газового котла, коли він використовується як основне джерело тепла, а всі інші працюють йому на додаток;
- основне джерело тепла, коли будівля не підключена до газової магістралі і потрібно підібрати таке джерело тепла, яке покриє всю опалювальну потужність[2].

При виборі альтернативного виду джерела енергії опалення необхідно оцінити потенціал джерела відновлюваної енергії. Доцільність використання деяких видів альтернативного опалення - геліосистем, вітряного опалення тощо - залежить від регіону та місця установки генератора. Тепловий насос (ТН) використовує низькопотенційну енергію, яка на відміну від сонця або вітру, доступна цілий рік та практично у всіх природно-кліматичних районах[3].

Теплові, енергетичні та економічні характеристики ТН тісно взаємопов'язані з характеристиками джерел, з яких насоси беруть тепло. Ідеальне джерело тепла дає стабільну високу температуру протягом опалювального сезону, не є корозійним і забруднюючим, має сприятливі теплофізичні характеристики, вписується в ергономіку простору, не вимагає істотних інвестицій і витрат на обслуговування. У більшості випадків наявне джерело тепла є ключовим чинником, що визначає експлуатаційні характеристики ТН. За видом затрачуваної енергії ТН поділяють на: компресійні ТН - споживають механічну енергію, теплоізолюючі ТН - теплову енергію джерел тепла з температурою вище навколишнього середовища, термоелектричні ТН - використовують безпосередньо електричну енергію[4].

ТН застосовують для опалення приміщень різного призначення, для житлових і торгово-адміністративних будівель, шкіл, дитячих садків, спортивно-оздоровчих центрів, готелів, супермаркетів, складів і т.д. Джерелом низькопотенційної теплової енергії може бути тепло

природного: тепло землі (тепло ґрунту), підземні води (ґрунтові, артезіанські, термальні), зовнішнє повітря, та штучного походження: вентиляційне повітря, каналізаційні стоки (стічні води), промислові скиди, тепло технологічних процесів, побутові тепловиділення[5].

За видом теплоносія у вхідному і вихідному контурах насоси ділять на шість типів: ґрунт-вода, вода-вода, повітря-вода, ґрунт-повітря, вода-повітря та повітря-повітря.

ТН найбільш ефективний в добре утепленому будинку, тобто з тепловтратами не більше 80 Вт/м². Чим більше різниця температур ТН у вхідному і вихідному контурах, тим менше коефіцієнт перетворення тепла (Кпт), тобто менше економія електроенергії. Тому більш вигідне підключення агрегату до низькотемпературних систем опалення. Енергоефективнішою є експлуатація ТН в парі з додатковим генератором тепла тобто використання бівалентної схеми опалення[6].

Головними перевагами ТН є: можливість отримувати більше теплоти, ніж витрачається електричної енергії на їх роботу; мають широкий спектр застосування; екологічно безпечні; робота на опалення так і на охолодження; вибухово- і пожежобезпечні; працюють автоматично; надійність тривалої роботи[7]. Недоліками є низьке застосування ТН, їх висока вартість, недостатній досвід використання в Україні у системах опалення.

Україна має значний потенціал для використання альтернативних джерел енергії, достатньо розвинену науково-технічну та промислову базу, велику кількість прийнятих нормативно-законодавчих актів, але частка альтернативних джерел енергії у енергетичному балансі країни залишається незначною. Використання альтернативних джерел енергії, а саме ТН, дозволить зробити суттєвий крок у зменшенні енергетичної залежності країни та охороні довкілля.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Ратушняк Г. С. Енергозберігаючі відновлювальні джерела теплопостачання: навчальний посібник/Г. С. Ратушняк, В. В. Джеджула, К. В. Анохіна – Вінниця: ВНТУ, 2010. – 170 с.
2. Альтернативні джерела опалення приватного будинку [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://bio.ukrbio.com/ua/articles/7721/>
3. Новожилов Ю.Н. Применение тепловых насосов в схемах теплоснабжения/ Ю.Н. Новожилов // Промышленная энергетика. – 2006. – № 5. – С. 24-25.
4. Остапенко О. П. Застосування теплових насосів в системах теплопостачання - ефективний напрямок енерго- і ресурсозбереження/О.П. Остапенко // Збірка тез доповідей III Всеукраїнської науково - практичної конференції студентів, аспірантів та молодих вчених ["Екологія. Людина. Суспільство."] (11-12 травня 2000р., м. Київ). – К.: НТУУ "КПІ", 2000. – С. 131-132.
5. Низькопотенційна енергетика:навчальний посіник/А.О. Редько та ін.; Під ред. академіка НАНУ А. А. Долинського. – Харків: ТОВ "Друкарня Мадрид", 2016. М 412.с.
6. Тепловые насосы — энергосберегающее отопительное оборудование [Електронний ресурс]. – Режим доступу: [http://www.dom-spravka.info/ dom stroim/energo/ge_07_00 n.html](http://www.dom-spravka.info/dom_stroim/energo/ge_07_00_n.html)
7. Безродний М. К. Енергетична ефективність теплонасосної системи вентиляції з рекуператором теплоти і рециркуляцією відпрацьованого повітря / М. К. Безродний, М. А. Галан // Наукові вісті Національного технічного університету України "Київський політехнічний інститут". – 2011. – № 2. – С. 16-19.

Корпанюк Марія Сергіївна — студентка групи БТ-13, Факультет будівництва, теплоенергетики та газопостачання, Вінницький національний технічний університет, м. Вінниця, e-mail: masha.korpanyuk@mail.ru

Ратушняк Георгій Сергійович — кандидат технічних наук, професор кафедри інженерних систем у будівництві, Факультет будівництва, теплоенергетики та газопостачання, Вінницький національний технічний університет, м. Вінниця, email: ratusnak@gmail.com

Korpaniuk Maria S. — student, Department of Building Heating and Gas Supply, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia city, email: masha.korpanyuk@mail.ru

Ratushnyak Georgiy S. — PhD, professor of Systems Engineering in construction Department, Faculty for Civil Engineering, Thermal Power Engineering and Gas Supply, Vinnytsia national technical university, Vinnytsia city, email: ratusnak@gmail.com

СИСТЕМА ПІДГОТОВКИ ПОВІТРЯ ДЛЯ МЕДИЧНИХ ТА ФАРМАЦЕВТИЧНИХ ПІДПРИЄМСТВ

Вінницький національний технічний університет

Анотація

В даній доповіді показані особливості процесів підготовки повітря для медичних та фармацевтичних підприємств з метою забезпечення підвищених санітарно-гігієнічних вимог. Показані властивості та відмінності подачі повітря турбулентним та ламінарним повітряним потоком.

Ключові слова: Турбулентний та ламінарний повітряний потік, повітророзподільник, високоефективний фільтр.

Abstract

In this report shows features air preparation processes for medical and pharmaceutical companies to ensure high hygiene requirements. Showing properties and differences air supply turbulent and laminar air flow.

Keywords: The turbulent and laminar airflow, air distributor, a highly efficient filter.

Вступ

До виробництва стерильної та нестерильної продукції висувають особливі вимоги з метою зведення до мінімуму ризику контамінації мікроорганізмами і пірогенними речовинами. Клас чистоти приміщення визначають за вмістом часток розміром 0,5 мкм і більше та життєздатних мікроорганізмів в 1 м³ повітря. Чисті зони слід обслуговувати таким чином, щоб вони відповідали стандарту чистоти; в них необхідно постачати повітря, що пройшло крізь фільтри відповідної ефективності.

Метою даної роботи є дослідження системи підготовки повітря для медичних та фармацевтичних підприємств.

Результати дослідження

Для підтримання необхідних параметрів повітряного середовища як в жилих, так і у виробничих приміщеннях існують різні системи вентиляції, що диференціюють: за способом надходження повітря (природна й штучна), місцем дії (місцева і загальна), призначенням (припливна, витяжна, припливно-витяжна). Виробничі приміщення фармацевтичних та медичних підприємств обладнують системами турбулентної і ламінарної вентиляції.

У системі подачі вентиляційного повітря у виробничих приміщеннях класів чистоти С і D прийнято застосовувати турбулентний повітряний потік. Повітря в них подається системою кондиціювання через встановлені на стелі розподільників повітря. Усередині приміщення додатково можуть установлюватися пересувні рециркуляційні повітроочисники, що забезпечують швидке й ефективне очищення повітря за рахунок механічної фільтрації його через фільтр з ультратонких волокон і ультрафіолетової радіації.

Проектування турбулентно вентильованих чистих приміщень відрізняється від проектування звичайних приміщень з кондиціюванням повітря деякими особливостями:

- Подання значно більших об'ємів повітря;
- Використовуються високоефективні повітряні фільтри, які зазвичай встановлюють в місцях подачі повітря в чисте приміщення;
- Організація руху повітря всередині чистого приміщення повинна сприяти видаленню забруднень;
- У чистому приміщенні створюється надлишковий тиск для того, щоб повітря рухалось в бік сусідніх менш чистих ділянок;
- Конструкційні та оздоблювальні матеріали повинні бути високої якості.

Рівень чистоти повітря в турбулентно вентильованому чистому приміщенні приблизно можна визначити за допомогою наступного рівняння:

$$\text{Концентрація забруднень (частинок/м}^3\text{)} = \frac{\text{число часток, що генеруються за хвилину}}{\text{обсяг повітря, що подається (м}^3\text{/мин)}} \quad (1)$$

При виробництві стерильної продукції використовують системи ламінарної вентиляції, що забезпечують спрямовані до робочої зони приміщення потоки стерильного повітря (які попередньо проходять через фільтри різного ступеня очищення) і витискують всі механічні і мікробні контамінанти, що знаходяться в повітрі приміщення.

Системи ламінарного повітряного потоку повинні забезпечувати рівномірну швидкість руху повітря: близько 0,30 м/с для вертикального і близько 0,45 м/с для горизонтального потоків.

Приміщення з ламінарним потоком — приміщення, у яких повітря подається в напрямку до робочої зони через фільтри, що займають всю стіну або стелю, і видаляється через поверхню, протилежну входу повітря. Розрізняють дві системи: вертикальний ламінарний потік, при якому повітря рухається вгору через стелю і виходить через ґратчасту підлогу, і горизонтальний ламінарний потік, при якому повітря надходить через одну, а виходить через протилежну перфоровану стінку.

Повітряний потік такого типу здатний відразу видалити аерозольні забруднення, джерелами яких є персонал і процеси виробництва, тоді як система з турбулентної вентиляцією заснована на змішуванні і розведенні самих забруднень.

Висновки

Для підтримання параметрів повітряного середовища приміщень, призначених для виробництва стерильної та нестерильної продукції, необхідно правильно влаштувати системи вентиляції та кондиціонування. Відповідно до вимог належної виробничої практики (GMP), в залежності від класу чистоти повітря, виду продукції, що виробляється (стерильної чи нестерильної) вибирають найбільш доцільну систему подачі вентиляційного повітря (турбулентний чи ламінарний повітряний потік). Також визначають доцільність використання повітророзподільників їх кількість та фільтри відповідної ефективності.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Уайт В. Технология чистых помещений: основы проектирования, испытаний и эксплуатации/ В. Уайт. — М.: Клинрум, 2002. — № 1. — С. 295.
2. Джеджула В. В. Энергоефективність систем вентиляції: критерії оцінювання та фактори впливу / Джеджула В.В. //Сучасні технології, матеріали і конструкції в будівництві. — 2016 — № 1 — С. 114-119.
3. Про затвердження методичних рекомендацій щодо виконання санітарно-гігієнічних вимог та проведення мікробіологічного контролю у виробництві нестерильних лікарських засобів [Електронний ресурс]. — Режим доступу: <http://www.uazakon.com/big/text878/pg1.htm>
4. Класифікація виробничих приміщень [Електронний ресурс]. — Режим доступу: <http://www.pharmencyclopedia.com.ua/article/3558/klasifikaciya-virobnichix-primishhen>
5. Нові вимоги до виробництва стерильних лікарських форм згідно з вимогами GMP [Електронний ресурс]. — Режим доступу: <http://ua.textreferat.com/download-14587.html>

Чорний Максим Володимирович — студент групи БТ-13м, факультет будівництва, теплоенергетики та газопостачання, Вінницький національний технічний університет, Вінниця, e-mail: maxim_chorniy2727@mail.ru

Науковий керівник: **Джеджула В'ячеслав Васильович** — доктор економічних наук, професор кафедри інженерних систем у будівництві, Вінницький національний технічний університет, м. Вінниця.

Maxim V. Chorniy— Department of Building Heating and Gas Supply, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia, email : maxim_chorniy2727@mail.ru

Supervisor: **Vyacheslav V. Dzhezhula** — Doctor of Economic Science (Eng.), Professor of the Chair of engineering systems in construction, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia.

КВАРТИРНІ УТИЛІЗАТОРИ ТЕПЛОТИ ВИТЯЖНОГО ПОВІТРЯ

Вінницький національний технічний університет

Анотація

Доповідь присвячено питанням використання механічної припливно-витяжної вентиляції з утилізацією теплоти витяжного повітря в будівлях, що дозволяє істотно знизити енергоємність інженерних систем будівель.

Ключові слова : теплоутилізатор, вентиляція приміщень, витяжне та припливне повітря

Abstract

The report is devoted to the use of a mechanical supply and exhaust ventilation with waste heat exhaust air in buildings can significantly reduce energy systems engineering buildings.

Keywords: Heat recovery units, ventilation facilities, exhaust and supply air

Вступ

В сучасних будівлях в зимовий період як мінімум 25–50% теплоти витрачається на нагрів припливного повітря. Зростання цін на енергоносії стимулює інтерес до рекуперації теплової енергії в системах вентиляції і кондиціонування повітря. Рекуперативні теплообмінники представляють найбільш доступний засіб впровадження енергозберігаючих технологій при реконструкції існуючих систем вентиляції шляхом здійснення обміну теплом між припливним і витяжним повітрям.

Метою роботи є аналіз існуючих підходів до утилізації тепла витяжного повітря в системах вентиляції житлових будинків

Результати дослідження

Для запобігання надходження холодного свіжого повітря у приміщення з природною вентиляцією при використанні щільних віконних конструкцій та дверей, частіше роблять провітрювання, що зменшує ефект від реалізованих енергозберігаючих заходів. Таким чином створюється конфлікт інтересів: енергозбереження та комфорту, який потребує оптимального повітрообміну.

Використання в цих умовах механічної вентиляції будівель без енергоутилізації може призвести до значних втрат енергії. Вони можуть досягати 40% і більше загальних теплових втрат будівель.

Неконфліктне енергозбереження та збалансований припливно-витяжний повітрообмін у приміщенні забезпечують системи вентиляції з теплообмінниками- утилізаторами різних типів, які дозволяють використати теплоту повітря, що видається з приміщення, для нагрівання холодного повітря, що надходить у приміщення [1].

Останнім часом, в цілях енергозбереження ми звикли встановлювати пластикові вікна, але при цьому істотно знижуємо рівень вентиляції, що дуже негативно позначається як на здоров'я людини, так і на стані нашого житла. Правильна вентиляція будь-якого будинку і квартири зможе уберегти від таких проблем як: швидка стомлюваність, поганий сон, головні болі, запітніння вікон, вологість повітря, чорної плісняви і грибка на стінах. Але на вентиляцію квартири або будинку припадає до 30% від загальних тепловтрат приміщення.

Найбільші можливості зниження енергоспоживання пов'язані з удосконаленням систем вентиляції і з утилізацією теплоти витяжного повітря для нагріву припливного.

До теперішнього часу масове застосування знайшли теплоутилізатори: рекуперативного типу на базі пластинчастих повітро-повітряних теплообмінників; регенеративні з обертової теплообмінної насадкою; з проміжним теплоносієм з теплообмінниками «рідина-повітря».

За своїм виконання в багатоповерхових житлових будинках теплоутилізатори можуть бути центральними на всі будівлі або групу квартир і індивідуальними, поквартирні.

При подібних масогабаритних показниках найбільшою енергетичною ефективністю володіють регенеративні теплоутилізатори (80-95%), далі йдуть рекуперативні (до 65%) і на останньому місці знаходяться теплоутилізатори з проміжним теплоносієм (45-55%).

За своїми конструктивними особливостями теплоутилізатори з проміжним теплоносієм мало придатні для індивідуальної поквартирною вентиляції, і тому на практиці їх використовують для центральних систем.

Регенеративні теплоутилізатори мають істотний недолік - ймовірністю змішування певної частини видаляється з припливним в корпусі апарату, що, в свою чергу, може призвести до перенесення неприємних запахів і хвороботворних бактерій. Рекомендується обмежити їх область застосування межами однієї квартири, котеджу або одного приміщення в громадських будівлях.

Рекуперативні теплоутилізатори, як правило, включають в свій склад два вентилятора (припливний і витяжний), пластинчастий теплообмінник, фільтри.

Ці системи, в порівнянні з традиційними, мають ряд переваг, до числа яких слід віднести істотну економію теплової енергії, що витрачається на нагрів вентиляційного повітря - від 50 до 90% в залежності від типу застосовуваного утилізатора; а також високий рівень повітряно-теплової комфортності, обумовлений аеродинамічній стійкістю вентиляційної системи і збалансованістю витрат припливного і повітря, що видаляється.

Вентиляція будинку, частенько, відбувається завдяки відкриттю пластикових вікон, але це, в холодний час, створює дискомфорт і зводить нанівець усе енергозбереження будинку або квартири. Ми перетворили свої будинки на термоси, в яких тепло, але некомфортно. Як же бути ? Правильне рішення - установка рекуператора Прана.

Рекуператор ПРАНА призначений для домашнього застосування і є самостійною припливною витяжною установкою, і має дистанційне або реостатне управління.

Рекуператор Прана працює без фільтрів, забезпечуючи приміщення свіжим, але попередньо прогрітим повітрям. Процес вентиляції відбувається за рахунок того, що рекуператор примусово витягає тепле відпрацьоване повітря з приміщення на вулицю, паралельно зі всмоктує з вулиці свіже повітря. При цьому, повітряні потоки не перемішуються між собою і розділені як усередині рекуператора, так і на "вході-виході". За рахунок проходження повітряних потоків через систему мідних теплообмінників, розташованих усередині рекуператора Прана, тепле витяжне повітря віддає своє тепло холодному припливному. Завдяки оригінальній структурі теплообмінників рекуператора Прана, припливна витяжна установка має високий ККД - 70-80 %, що забезпечує високе енергозбереження. Вбудовані вентилятори мають дуже мале енергоспоживання і майже безшумні, що робить роботу рекуператора економічною і комфортною[4].

Практика експлуатації перших пілотних багатоповерхових житлових будинків з поквартирні системами утилізації теплоти витяжного повітря показала ефективність цього напрямку енергозбереження.

ТОВ «НВО ТЕРМЕК» 2000 року запроєктована одну з перших систем поквартирно припливно-витяжної вентиляції з утилізацією теплоти витяжного повітря в 18-поверховому 260-квартирному житловому будинку був виконаний архітектурної майстерні П.П. Пахомова з інженерної концепції НП «АВОК»

Проведені в 2004 році досліді, показали енергетичну ефективність теплоутилізаційних вентустановок в діапазоні 65-75%. В опалювальний сезон 2008-2009 років було проведено енергетичне обстеження систем теплоспоживання всього житлового будинку, яке показало економію теплоти на опалення і вентиляцію в розмірі 43% в порівнянні з аналогічними будинками того ж року побудови[3].

На жаль, масове застосування систем вентиляції з утилізаторами стримується відсутністю вітчизняного серійного виробництва установок малої продуктивності за доступними цінами, а імпорتنі пропозиції коштують досить дорого.

Висновки

В даному дослідженні ми бачимо що найбільш ефективний і вигідний сучасний рекуператор ПРАНА українського виробництва, який має високу продуктивність 70-80 %, що забезпечує високе

енергозбереження. Ці вентилятори також мають дуже мале енергоспоживання і майже безшумні, що робить роботу рекуператора економічною і комфортною.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Вишневський Є. П. Рекуперація теплової енергії в системах вентиляції і кондиціонування повітря [Електронний ресурс] / Вишневський Є. П. // ЕСКО. – 2008. – №4. – Режим доступу: http://www.esco.co.ua/journal/2008_4/art142.htm
2. Теплотехніка, опалення, вентиляція і кондиціонування повітря: Підручник для вузів / В.М. Гусєв, Н.І.Ковалев, В.П. Попов, В.А. потрошки, під ред. В.М. Гусєва. - Л.: Стройиздат, 1981. - 343 с.
3. Ливчак І.Ф. Регульована вентиляція багатопверхових житлових будинків / Ливчак І. Ф., Наумов А. Л. // АВОК – 2004. – № 5. – С. 8-12.
4. Офіційний сайт виробника [Електронний ресурс] . – Режим доступу: <http://prana.org.ua/>
5. Дзеджула В.В. Енергозбереження промислових підприємств: методологія формування, механізм управління : монографія / В. В. Дзеджула. – Вінниця : ВНТУ, 2014. – 347 с.

Гаши́нський Євге́ній Микола́йович — студент групи БТ-136, факультет будівництва теплоенергетики та газопостачання, Вінницький національний технічний університет, м. Вінниця, e-mail: gashynskyi@gmail.com

Науковий керівник: **Дзеджула В'ячеслав Васильович** — д-р економічних наук, професор кафедри інженерних систем у будівництві, Вінницький національний технічний університет, м. Вінниця

Yevgeniy M. Gashynskyi— student, Department of Building Heating and Gas Supply, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia, e-mail: gashynskyi@gmail.com

Supervisor: **Vyacheslav V. Dzhezdzhula** — Doctor of Economic Science (Eng.), Professor of the Chair of engineering systems in construction, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsya.

ПОВІТРОПРОВОДИ ДЛЯ СИСТЕМ ПНЕВМОТРАНСПОРТУ: ОСОБЛИВОСТІ РОЗРАХУНКУ ТА ЕКСПЛУАТАЦІЇ

Вінницький національний технічний університет

Анотація

Проаналізовано роботу пневмотранспортних систем різних видів, а також визначено їх переваги та недоліки під час експлуатації. Досліджено загальні завдання проектування і розрахунку систем пневматичного транспорту.

Ключові слова: пневмотранспорт, повітропроводи, розрахунок систем пневмотранспорту.

Abstract

The analysis work pneumatic systems of various kinds, and also the advantages and disadvantages during operation. Studied the general task of designing and calculation of pneumatic transport.

Keywords: pneumatic, air vents, the calculation pneumatic systems.

Вступ

Пневмотранспорт є одним із прогресивних способів механізації і автоматизації переміщення насипних вантажів. Цей вид транспорту знайшов застосування практично у всіх галузях народного господарства. Пневмотранспорт широко використовують для переміщення сипучих матеріалів у зв'язку з їх значною продуктивністю і великим радіусом дії в самих обмежених виробничих умовах. Використанням площ, непридатних для інших способів транспортування, економією виробничої площі, повною відсутністю залишків і втрат перемішуваного продукту в лініях, високими санітарно-гігієнічними умовами його транспортування; винятком порушень технологічних і гігієнічних режимів повітряного середовища у виробничих приміщеннях у зв'язку з відсутністю цвітіння; легкістю монтажу, скороченням робочого персоналу та спрощенням обслуговування; гнучкістю в експлуатації і можливістю повної автоматизації управління.

Метою дослідження є визначення особливостей розрахунку та експлуатації повітропроводів для систем пневмотранспорту.

Результати дослідження

Пневмотранспорт – це процес механічного переміщення твердих матеріалів під впливом потоку повітря. Переміщення відбувається в трубопроводах. За способом переміщення матеріалу системи пневмотранспорту підрозділяються [1]:

- Всмоктувальні - широко використовуються для відсмоктування і видалення відходів від різного виду верстатів (металообробка, деревообробка, текстильні, розмельні тощо).

- Нагнітальні - найбільш часто використовуються для транспортування цементу, борошна тобто дрібнодисперсних матеріалів. Всі елементи системи даного виду, знаходяться під надлишковим тиском. Основна перевага системи даного типу це можливість використання стисненого повітря з високим тиском, а відповідно транспортування суміші більш високих концентрацій.

- Всмоктувально-нагнітальні - відрізняються, тим що повітродувне пристрій знаходиться в середині траси, ділячи її тим самим на всмоктуючий і нагнітальний ділянки. Найчастіше перший коротше останнього. В силу особливостей процесів, що відбуваються в даних системах, необхідно велику увагу приділяти правильній їх комплектації, для згладжування впливу ділянок один на одного, при нерівномірному завантаженні.

За втратами тиску:

- Низьконапірні
- Середньонапірні
- Високонапірні

Переваги, що відрізняють системи пневмотранспорту в порівнянні з іншими способами транспортування сипучих продуктів:

- Великий радіус дії, що досягається навіть в умовах обмеженої обстановки деяких виробничих підприємств і цехів;
- Можливість використання пневмотранспорту на площах, де застосування інших видів транспорту неможливо;
- Не ушкоджує матеріал транспорт.
- Відсутність залишків і втрат переміщуваного продукту в лініях транспортування по шляху його проходження;
- Досягнення високих санітарно - гігієнічних умов транспортування сипучих продуктів, чого при використанні інших видів транспорту досягти дуже складно;
- Відсутність пилу від продукту в приміщеннях, де використовується пневмотранспорт;
- Легкість монтажу обладнання для пневмотранспорту і простота його обслуговування;
- Возможность скорочення робочого персоналу, задіяного при транспортуванні сипучих вантажів іншими видами транспорту і легкість повної автоматизації процесу транспортування.

До недоліків, які має пневмотранспорт, відносять:

- Порівняно висока питома витрата електроенергії на одиницю маси продукту, що транспортується,
- Складність виготовлення і експлуатації обладнання для очищення транспортує і відпрацьованого повітря,
- Значний знос матеріалопроводів
- Додаткове подрібнення продукту, що транспортується.

Однак правильний вибір способу і обладнання для пневмотранспортуванні даного продукту дозволяє частково або повністю їх усунути.

Висновки

Основними параметрами, що характеризують пневмотранспортну систему, є продуктивність по твердій фазі, довжина траси і висота підйому, концентрація, що транспортується, масовий коефіцієнт суспензії, величина надлишкового тиску на початку траси (для установок нагнітає дії) і залишкового тиску (розрідження) в кінці траси (для установок всмоктувального дії).

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Опалення, вентиляція та кондиціонування. ДБН В.2.5-67:2013 – [Чинний від 2014-01-01] – Мінрегіон України, 2013.
2. Джеджула В. В. Енергоефективність систем вентиляції: критерії оцінювання та фактори впливу / Джеджула В.В. // Сучасні технології, матеріали і конструкції в будівництві. – 2016 – № 1 – С. 114-119.
3. Джеджула В. В. Продуктивність систем вентиляції громадських будівель: проблеми забезпечення та напрямки вирішення / В. В. Джеджула // Сучасні технології, матеріали та конструкції у будівництві. – 2015. – № 1. – С. 121-126.

Живелюк Олена Леонівна – студентка групи ТГ-16мі, факультет будівництва теплоенергетики та газопостачання, Вінницький технічний національний університет, Вінниця, e-mail: zhivelyuk.olena@mail.ru.

Науковий керівник: **Джеджула В'ячеслав Васильович** — д-р екон. наук, професор кафедри інженерних систем у будівництві, Вінницький національний технічний університет, м. Вінниця.

Elena L. Zhyvelyuk - student group TG-16mi, Department of construction of thermal power and gas, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia, e-mail: zhivelyuk.olena@mail.ru.

Supervisor: **Vyacheslav V. Dzhezdzhula** — Doctor of Economic Science (Eng.), Professor of the Chair of engineering systems in construction, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia.

ВЕНТИЛЯЦІЯ ПРИМІЩЕНЬ АВТОСТОЯНОК: НОРМАТИВНІ ВИМОГИ ТА ПІДХОДИ ДО ЕНЕРГОЗБЕРЕЖЕННЯ

Вінницький національний технічний університет

Анотація

В даній статті розглядаються нормативні вимоги до влаштування вентиляції автостоянок та заходи енергозбереження.

Ключові слова: вентиляційна система, витяжні повітропроводи, вогнезатримуючі клапани, витяжні шахти, рециркуляційний режим.

Abstract

In this article the regulatory requirements for placement of parking lots ventilation and energy saving measures.

Keywords: ventilation system, exhaust air vents, float valves, exhaust mine, recirculation mode.

Вступ

На автостоянках постійно відбувається вихлоп з транспортних засобів таких газів, як окис вуглецю (CO) і окисел азоту (NOx)[1]. Дані окисли є дуже небезпечними для людини. Забезпечення вентиляцією таких приміщень є мірою необхідною, обов'язковою і важливою.

Метою роботи є розглянути нормативні вимоги та заходи для енергозбереження до влаштування вентиляції автостоянок.

Результати дослідження

Вентиляційна система підземного паркінгу повинна сприяти:

- Підтримці певних показників вологості в повітрі;
- Видалення шкідливих речовин;
- Необхідно повітрообміну.

У більшості випадків вентиляційна система в даному типі приміщення служить і для опалення повітря при температурі $+ 5^{\circ} \text{C}$. Також застосовується установка, що сприяє відведенню вихлопних газів з автомобілів. Для того, щоб значно заощадити тепло, в темний час доби вентиляційна система переводиться в рециркуляційний режим, в результаті чого відбувається зворотне потрапляння повітря, що витягається всередину приміщення.

Іноді у вентиляційних системах паркінгів застосовуються датчик CO, за рахунок чого системи вентиляції в разі перевищення в повітрі різних газів працюють в підвищеному режимі.

При проектуванні системи вентиляції в підземних автостоянках необхідно забезпечити:

- Параметри повітря всередині приміщення;
- Пожежну безпеку;
- Охорону середовища.

У неопалюваних надземних автостоянках закритого типу припливну вентиляцію з механічним спонуканням слід передбачати тільки для зон, розташованих від прорізів у зовнішніх огорожах більш ніж на 18 м [2].

У підземних автостоянках системи вентиляції повинні бути розділеними для кожного поверху.

У витяжних повітропроводах в місцях перетину ними протипожежних перешкод повинні встановлюватись нормально відкриті вогнезатримуючі клапани. Транзитні повітропроводи за межами поверху або приміщення, відокремленого протипожежними перешкодами, слід передбачати з межею вогнестійкості не менше EI 30. Системи витяжної протидимної вентиляції передбачаються для видалення продуктів горіння з поверху (ярусу) пожежі:

- а) з приміщень зберігання автомобілів;
- б) з ізольованих рамп.

Видалення диму необхідно передбачати через витяжні шахти, як правило, з штучним спонуканням тяги

При визначенні технічних даних при проектуванні вентиляційної системи автостоянки в першу чергу враховується кількість автотранспорту, що пересувається на автостоянці. Необхідно брати до уваги її тип і призначення. Якщо автостоянка, наприклад, знаходиться в торговому центрі, потрібно приймати 5% від усієї кількості машин. Автостоянки в аеропортах, концертних залах, на стадіонах цей показник в годину пік зростає до 20% [1].

У разі перевищення ГДК СО, вдаються до автоматичного регулювання обсягів припливних і витяжних повітряних потоків.

Також не слід забувати про допустимі норми, що стосуються викидів у повітря шкідливих речовин. Якщо концентрація таких речовин є підвищеною, необхідно очищати викидається повітря.

Приплив повітря в приміщення визначається за такою формулою:

$$Q = n \times V \quad (1)$$

де Q – загальна кількість подачі і повітря ($\text{м}^3 / \text{год}$); n – необхідність зміни повітряних потоків на годину; V = об'єм приміщення (м^3).

Висновки

В даній доповіді розглянуті нормативні вимоги до влаштування системи вентиляції автостоянок. Наведена формула для визначення припливу повітря та наведені технічні дані при проектуванні вентиляційної системи.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Проектування системи вентиляції паркінгу [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://vz.com.ua/ua/category/proektirovanie/>
2. Опалення, вентиляція та протидимний захист [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://um.co.ua/14/14-1/14-17207.html>
3. Джеджула В. В. Енергоефективність систем вентиляції: критерії оцінювання та фактори впливу / Джеджула В.В. //Сучасні технології, матеріали і конструкції в будівництві. – 2016 – № 1 – С. 114-119.

Олійник Тетяна Миколаївна студент групи. ТГ-16мі, факультет будівництва, теплоенергетики та газопостачання, Вінницький національний технічний університет, Вінниця, e-mail: olitan@yandex.ru

Науковий керівник: **Джеджула В'ячеслав Васильович** — доктор економічних наук, професор кафедри інженерних систем у будівництві, Вінницький національний технічний університет, м. Вінниця.

Tetyana M. Oliynik – Department of Building Heating and Gas Supply, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia, email : olitan@yandex.ru

Supervisor: **Vyacheslav V. Dzhezdzhula** — Doctor of Economic Science (Eng.), Professor of the Chair of engineering systems in construction, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia.

ВИКОРИСТАННЯ АЛЬТЕРНАТИВНОГО ДЖЕРЕЛА ЕНЕРГІЇ – СОНЯЧНОГО КОЛЕКТОРА– В СИСТЕМІ ОПАЛЕННЯ

Вінницький національний технічний університет

Анотація

В даній доповіді розкрита проблема необхідності використання у системах опалення альтернативних джерел енергії, зокрема сонячних колекторів, їх переваги та недоліки, перспективи у майбутньому.

Ключові слова: альтернативні джерела енергії; сонячний колектор; теплова енергія, система опалення.

Abstract

In this report the problem revealed the need for heating in alternative energy, including solar collectors, their advantages and disadvantages, prospects for the future.

Keywords: renewable sources of energy; solar collector; heat energy.

У холодних регіонах країни, особливо на периферії, в передмістях і дачних товариствах завжди існує проблема обігріву житла, вирішити яку сьогодні можна із застосуванням альтернативних джерел опалення. Газове обладнання може обійтися трохи дешевше в плані монтажу — однак сучасні технології надають вибір — або продовжити використовувати в якості опалення природний газ, або спробувати зовсім інший тип джерела теплової енергії — альтернативне опалення. [1]. Перевагою альтернативних джерел енергії систем опалення є використання поновлюваних ресурсів - енергії сонця, вітру, тепла ґрунту і води, біомаси, а також більш висока ефективність їхньої роботи в порівнянні з традиційними рішеннями. Вони забезпечують автономність, безпечність у своєму використанні та екологічність. Автономні альтернативні системи опалення потребують мінімальних електричних затрат. Застосування комбінованих систем дозволяє істотно заощаджувати на вартості енергії. [2].

Зокрема, досить ефективним є використання енергії сонця в системах опалення та гарячого водопостачання.

Використання енергії сонця для отримання тепла дозволить економити енергетичні ресурси та зменшувати теплове навантаження на будинок завдяки зменшенню інсоляції на покрівлю будинку та відбору тепла на потреби господарства. При передачі тепла від сонця до споживача енергія зазнає значних трансформацій. Випромінення електромагнітних хвиль сонцем здійснюється в діапазонах ультрафіолетових хвиль — довжина хвилі $\lambda = 0,02 \dots 0,4$ мкм, світлових хвиль — $\lambda = 0,4 \dots 0,8$ мкм, інфрачервоних хвиль $\lambda = 0,8 \dots 800$ мкм. Випромінення саме інфрачервоних хвиль має найбільший ефект трансформації енергії хвиль в тепло. Тверді тіла можуть мати спектр випромінення по всьому діапазону довжин хвиль, а гази випромінюють тільки в певних спектрах. На випромінення тіл суттєвий вплив має температура, і при зростанні нагріву тіла вище 650°C переважним шляхом теплообміну є теплове випромінення. Цей принцип лежить в основі принципу роботи сонячного колектора. Найбільш інтенсивно даний вид теплопередачі проявляється у вакуумі чи в розріджених середовищах.

Сонце є невичерпним джерелом енергії, але використання його енергії безпосередньо в кліматичних умовах України потребує розробки необхідних режимів експлуатації та комплексного поєднання різних енергетичних джерел. Актинометричні та метеорологічні спостереження свідчать, що починаючи з листопада місяця і по квітень в Україні наявні пахмурні дні, кількість сонячних днів в останні роки скоротилося, і це пов'язано з глобальними змінами клімату. Літом, навпаки, зростає

середня температура і кількість ясних днів достатня для виробництва енергії з випромінення сонця. Питоме інсоляційне навантаження залежить від широти місцевості, і в середньому складає: в центрі Європи 130...210 Вт/м², на півночі Європи 80...130 Вт/м². Використання сонячної енергії в теплий період року доцільно за допомогою сонячних колекторів з подальшим транспортуванням теплоносія на потреби господарства. Окрім економії невідновних енергоресурсів, встановлені в системі опалення сонячні колектори допомагають зменшити навантаження на теплогенеруючі установки в пікові періоди.

При монтажі колектора необхідно дотримуватися певних вимог: кут розташування колектора до горизонту повинен знаходитися в межах 25°...55°, відхилення орієнтації колектора від півдня допускається на захід або схід на кут не більше 45°. Колектор повинен працювати з акумулятором тепла. Найчастіше таким акумулятором виступає ємнісний водонагрівник, де відбувається згладжування нерівномірності споживання тепла та його акумуляція. По абсорберу протікає теплоносій, який в процесі проходження крізь колектор нагрівається і переносить тепло до споживача[3].

Головними перевагами сонячних колекторів є: мінімальні витрати на електроенергію; висока ефективність роботи влітку та у міжсезоння; широкий спектр застосування; екологічна безпечність;

Недоліками є: їх висока вартість; низька ефективність роботи взимку; складний монтаж; необхідність очистки від снігу в зимовий період.

Використання сонячних колекторів в системах опалення та гарячого водопостачання є досить перспективним та економічно вигідним. Проте системи, що генерують тепло тільки завдяки сонячним колекторам є досить громіздкими та високовартісними. Через це доцільним є використання сонячних колекторів одночасно із газовими чи електричними котловими установками.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Альтернативне опалення замського будинку [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://remonts.com.ua/alternativne-opalennya-zamiskogo-budinku-suchasni-ekonomichni-sistemi-i-dzherela-obigrivu-privatnogo-budinku.html>
2. Альтернативні джерела опалення приватного будинку [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://bio.ukrbio.com/ua/articles/7721/>
3. Енергозберігаючі відновлювальні джерела теплопостачання : навчальний посібник / Г. С. Ратушняк, В. В. Джеджула, К. В. Анохіна – Вінниця : ВНТУ, 2010. – 170 с.

Байбак Дмитро Сергійович — студент групи БТ-13, Факультет будівництва, теплоенергетики та газопостачання, Вінницький національний технічний університет, м. Вінниця, e-mail: baybakbaybak@yandex.ru

Ратушняк Георгій Сергійович — кандидат технічних наук, професор кафедри інженерних систем у будівництві, Факультет будівництва, теплоенергетики та газопостачання, Вінницький національний технічний університет, м. Вінниця, email: ratusnak@gmail.com

Baybak Dmytro S. — student, Department of Building Heating and Gas Supply, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia city, email: baybakbaybak@yandex.ru

Ratushnyak Georgiy S. — PhD, professor of Systems Engineering in construction Department, Faculty for Civil Engineering, Thermal Power Engineering and Gas Supply, Vinnytsia national technical university, Vinnytsia city, email: ratusnak@gmail.com

РЕЗУЛЬТАТИ ВСТАНОВЛЕННЯ ІНДИВІДУАЛЬНИХ СИСТЕМ ОПАЛЕННЯ У БАГАТОПОВЕРХОВИХ ЖИТЛОВИХ БУДИНКАХ

Вінницький національний технічний університет

Анотація

Розглянуто найбільш розповсюджені підходи до опалення багатоповерхових будинків. Виконано розрахунок, який показує доцільність використання газового палива, порівняно з електричним опаленням. Акцентовано увагу на недоліках та перевагах переходу на індивідуальне опалення в багатоповерхових житлових будинках. Зазначено ситуацію в Україні що до відключення споживачів від централізованого теплопостачання.

Ключові слова: централізоване опалення, індивідуальне опалення.

Abstract

It is considered the most common approaches to heating-rise buildings. The calculation, which shows the feasibility of using gas fuel compared to electric heating. The attention is focused on the advantages and disadvantages of switching to individual heating in multi-residential buildings. It is indicated that the situation in Ukraine to disconnection of consumers from district heating.

Keywords: central heating, individual heating.

До опалення багатоповерхових будинків найбільш розповсюджені наступні підходи:

1. централізоване із стаціонарними потужними котельнями та розгалуженими лініями теплопостачання;
2. автономне опалення для окремо взятих будинків за допомогою дахових котелень;
3. індивідуальне опалення для окремо взятих квартир, офісів та приватних будинків;
4. акумулятивне, яке може бути як централізованим для опалення окремих мікрорайонів або груп будинків, так і індивідуальним.

Відключення споживачів від централізованого теплопостачання, перехід на індивідуальне опалення залишається серйозною проблемою і загрозою для ефективного розвитку системи теплопостачання міст України. Ряд міст вже повністю втратили системи централізованого теплопостачання, ще в ряді міст системи централізованого теплопостачання знаходяться на межі виживання і їх подальше існування є лише питанням часу. Існуюче централізоване опалення будинків у такому вигляді як воно є має мало перспектив для існування. Щоб зберегти системи централізованого теплопостачання адміністративні рішення мають бути підкріплені і економічними заходами, а саме: запровадження адекватних тарифів на природний газ для підприємств теплопостачання та індивідуальних споживачів, а в майбутньому, навіть створення переваг для оптових споживачів; запровадження жорстких умов щодо дотримання екологічної безпеки та відповідності конструктивним особливостям багатоквартирних будинків при впровадженні автономних систем опалення [1, с.32].

Згідно чинного законодавства «відключення від внутрішньобудинкових систем централізованого опалення та централізованого постачання гарячої води не може здійснюватися з порушенням суспільних інтересів, призводити до негативних соціальних, економічних та екологічних наслідків, порушувати умови утримання спільної сумісної власності і знижувати надійність та якість послуг з централізованого опалення та централізованого постачання гарячої води, що надаються іншим споживачам» (наказ Мінбуду України від 22.11.2005 № 4 «Про затвердження Порядку відключення окремих житлових будинків від мереж централізованого опалення та постачання гарячої води при відмові споживачів від централізованого теплопостачання»). Якщо власники, помешкання яких знаходяться в багатоквартирному будинку, хочуть від'єднатися від мереж централізованого теплопостачання та гарячого водопостачання (ГВП), це потрібно робити тільки всім будинком.

Самовільне відключення окремих споживачів від централізованих тепломереж і централізованих систем ГВП є порушенням законодавства та тягне за собою адміністративну відповідальність.

Але існують і суто технічні обставини, які не сприяють впровадженню поквартирного опалення в багатоповерхових будинках:

- відсутність можливості збільшення подачі газу у потрібних обсягах на будинок в цілому потребує внесення змін в газову систему району;
- відсутність чи недостатня можливість газоходів для видалення вихідних газів;
- відсутність джерел аварійного живлення електрикою під час аварійних вимкнень.

Також слід зазначити, що не зважаючи на те, що індивідуальне газове опалення квартир в багатоповерхових будинках є економічно вигідним для населення, з точки зору екологічної та фізичної безпеки воно є вкрай небезпечним. З екологічної точки зору продукти згорання газу виводяться з приміщення на зовні і піднімаючись догори можуть попадати в результаті інфільтрації в квартири, розташовані на вищих поверхах. В найгіршому положенні будуть мешканці останніх поверхів багатоповерхових будинків. З фізичної точки зору у разі вибуху котла на перших поверхах можуть постраждати мешканці вище розташованих поверхів.

Ці проблеми можна просто вирішити, якщо для обігріву приміщень застосувати автономне опалення окремо взятих будинків за допомогою дахових котелень. Але такий підхід в нинішніх реаліях зазнав повного краху. Чому? Виявляється причини дуже прості. По-перше, у разі встановлення дахової котельні пропадають переваги оплати за реально спожитий газ кожним окремо взятим мешканцем будинку. По-друге, не всі мешканці будуть здійснювати оплату за спожиту теплову енергію вчасно. Це призведе до стрімкого зростання заборгованості за газ. Результатом буде припинення подачі газу. Таким чином для встановлення соціальної справедливості й створення умов для якнайширшого впровадження автономного опалення окремо взятих будинків за допомогою дахових котелень необхідно запровадити встановлення теплових лічильників на кожную квартиру та розробити методику нарахувань оплати за спожиту теплову енергію з урахуванням залежності спожитої теплової енергії від об'ємів газу, які потрібні для її генерації, таким чином, щоб оплата залежала від обсягів споживання газу, як і для індивідуальних споживачів. Для квартир, в яких власники не проживають і їх тепловий лічильник не контролює надходження теплової енергії через стіни, стелю та підлогу сусідів, ввести коефіцієнти, які б давали можливість достовірно визначати рівень оплати за пасивне споживання теплової енергії.

Принцип дії акумулятивного опалення ґрунтується на накопиченні в баках-акумуляторах теплової енергії в періоди часу, які відповідають нічним годинам мінімального навантаження енергосистем. Такий підхід передбачає споживання електричної енергії за двозонним або тризонними тарифами, диференційованими за періодами часу доби, коли тарифи на електроенергію помітно нижчі. Для двозонного тарифу, який розрахований на фізичних осіб, що проживають в багатоповерхових будинках, тариф на електроенергію на 50% нижче від основного. Врахувавши існуючі ціни на енергоносії - електроенергію для населення, що проживає в містах, яке за спожиту електроенергію оплачує в залежності від спожитих обсягів за місяць та за природний газ, я провів розрахунок для визначення ціни кіловатгодини теплової енергії.

У Вінниці споживачів, яких обслуговує ДП «Теплокомуненерго Маяк» ПАТ «Маяк» оплачують за опалення 1330, 33 грн. за 1 Гкал, при умові, якщо встановлено лічильник, тобто за 1 кВт·годину теплової енергії $1330,33/1163=1,14$ грн.

Теплотворна здатність природного газу G20 становить близько 34 МДж з куб. метра. Це відповідає 9,45 кВт·год. теплової енергії. Незалежно від кількості спожитого газу для населення ціна 1 м³ газу з 1.05.2016 складає 6,879 грн. Визначимо ціну 1 кВт·год теплової енергії при спалюванні газу: $6,879/9,45=0,72$ грн. [2].

Вартість електроенергії з 1.03.2017 складає:

- 0,90 грн за кВт·год. (при споживанні до 100 кВт·год. на місяць)
- 1,68 грн за кВт·год. (при споживанні понад 100 кВт·год. електроенергії на місяць)

Двозонний тариф (при споживанні понад 600 кВт·год. на місяць):

- 0,84 грн за 1 кВт·год. - в період часу з 23.00 до 7.00
- 1,68 грн за 1 кВт·год. - в інші години доби

Трьохзонний тариф (при споживанні понад 600 кВт·год. на місяць):

- 0,672 грн за 1 кВт·год. - в період часу з 23.00 до 7.00

- 1,68 грн за 1 кВт·год. - в період часу з 7.00 до 8.00, з 11.00 до 20.00, з 22.00 до 23.00
- 2,52 грн за 1 кВт·год. - в період часу з 8.00 до 10.00 та з 20.00 до 22.00 [3].

Звичайно, при виборі оптимального варіанту опалення будинку варто порівняти не тільки експлуатаційні витрати, але навіть за цим показником можна прийти до висновку, що для фізичних осіб перехід на індивідуальне електричне опалення є недоцільним навіть при умові застосування багатотарифних лічильників. Результат переходу окремих квартир в багатоквартирних будинках на індивідуальне опалення став руйнівним для систем централізованого теплопостачання. Таке відключення призвело до «розбалансування» теплових мереж та перевантаження газових мереж. Кожна з приведених систем опалення має свої переваги та недоліки, та енергетичну проблему Україна зможе подолати, якщо розвиток систем теплопостачання буде здійснюватися на основі оптимального поєднання систем централізованого, автономного та індивідуального теплопостачання, з використанням альтернативних джерел енергії, місцевих та поновлюваних видів палива, відповідно до конкретних умов, з урахуванням економічних, екологічних та соціальних факторів.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Реформа міського теплозабезпечення в Україні. — 2011. — 1 серпня. — С.42.
2. Метод проведення розрахунку [Електронний ресурс]. – Режим доступу: http://garantus.at.ua/index/gaz_chi_elektrika/0-161
3. Національна комісія, що здійснює державне регулювання у сферах енергетики та комунальних послуг [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://www.nerc.gov.ua/?id=15013>

Паламарчук Олександр Михайлович - студент групи БТ-13, факультет будівництва теплоенергетики та газопостачання, Вінницький національний технічний університет, Вінниця, e-mail: palamarchukoleksandr@rambler.ru;

Керівник: **Вовк Тетяна Юрївна** - асистент кафедри теплогазопостачання, Вінницький національний технічний університет, м. Вінниця.

Palamarchuk Oleksandr - Department of Building Heating and Gas Supply, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia, e-mail: palamarchukoleksandr@rambler.ru;

Supervisor: **Vovk Tetiana** - Assistant Professor Heat, Vinnytsia National Technical University. Vinnitsa.

ДОСЛІДЖЕННЯ ТЕПЛОПЕРЕДАЧІ В ЕНЕРГОЕФЕКТИВНИХ ЗЕЛЕНИХ ПОКРІВЛЯХ

Київський національний університет будівництва і архітектури

Анотація

Вперше створено фізичну модель та методику дослідження теплопередачі в рослинному шарі екстенсивної зеленої покрівлі при різній швидкості вітру в аеродинамічній трубі.

Ключові слова: теплопередача, енергоефективні зелені покрівлі, рослинний шар, трав'яний шар, аеродинамічна труба

Abstract

First, a physical model and a method for experimental research of heat transfer in plant layer of extensive green roof at different wind velocity in a wind tunnel are designed.

Keywords: energy-efficient green roofs, plant layer, grass layer, wind tunnel

Вступ

На сьогодні у світі спостерігається зростання інтересу до зеленого будівництва. Це обумовлено, з одного боку, енергетичною кризою, з іншого – екологічними і соціальними проблемами. Одним з актуальних напрямків зеленого будівництва є створення зелених покрівель. Останні мають ряд переваг, основними з яких є: зменшення навантаження на зливові міські стоки, заощадження чистої води, додаткове утеплення, випарне охолодження за рахунок транспірації (випаровування вологи), звукоізоляція, пом'якшення ефекту «теплових островів», збереження флори і фауни.

В Україні у зв'язку з енергетичною кризою особливо цікавим і актуальним є вивчення теплопередачі в зеленій покрівлі. Існують численні зарубіжні дослідження з даного питання. Деякі з них ґрунтуються на створенні фізичних моделей [1]. Однак, усі проведені дослідження розглядають трав'яний шар або в комплексі з іншими шарами покрівлі, або разом з фізико-хімічними властивостями ґрунту. Відсутні дослідження процесу теплопередачі в живому рослинному шарі покрівлі окремо, хоча вони актуальні для екстенсивних та деяких інтенсивних типів покрівель. Це дозволяє визначити внесок рослинного шару до теплозахисних властивостей конструкції. Також при удосконаленні виробником інших шарів конструкції є можливість виконати теплотехнічний розрахунок та розрахунок тепловтрати приміщень без додаткових випробувань її в цілому. В Україні відсутні серйозні базові дослідження в цьому питанні [2].

Метою роботи є створення методики експериментального дослідження коефіцієнта теплопередачі живого рослинного шару (трав'яний газон) зеленої покрівлі екстенсивного типу при різній швидкості вітру, яка створюється в аеродинамічній трубі, а також оцінити охолоджувальний ефект трави від транспірації (рис.1).

Результати дослідження

Для визначення коефіцієнта теплопередачі трави необхідно виміряти температурне поле над ґрунтом і під ґрунтом та визначити тепловий потік за потужністю рівномірного підґрунтового підігріву або охолодження. Процес теплопередачі складний через значну нерівномірність розподілу коефіцієнта теплопередачі до повітря крізь рослинний шар за рахунок бокових ефектів вздовж периметра моделі. Рівномірний тепловий потік від підґрунтового підігріву або охолодження перерозподіляється в товщі ґрунту. За розподілом температури в нижньому і верхньому шарах ґрунту, а також за відомим тепловим потоком від підґрунтового підігріву або охолодження, можливо визначити розподіл температури й теплового потоку всередині ґрунту та розподіл теплового потоку

від верхньої поверхні ґрунту в трав'яний шар. Для цього використовується диференціальне рівняння теплопровідності. Якщо ґрунт однорідний, а теплообмін стаціонарний, то розподіл температури в ґрунті при таких граничних умовах не залежить від його коефіцієнта теплопровідності. Те ж стосується теплового потоку крізь зазначену поверхню, віднесеного до середнього значення цього потоку. За розподілом теплового потоку та температури верхньою поверхнею ґрунту і за температурою навколишнього повітря визначається коефіцієнт теплопередачі трав'яного шару в центральній частині та по боках моделі (бокові ефекти).



Рис. 1. Фізична модель екстенсивної зеленої покрівлі з підґрунтовим підігрівом в аеродинамічній трубі

Висновки

Для зелених покрівель екстенсивного типу створена фізична модель для вивчення коефіцієнта теплопередачі крізь рослинний шар. Уперше випробування проводяться в лабораторних умовах в аеродинамічній трубі при різних швидкості вітру. За визначеними розподілом теплового потоку верхньою поверхнею ґрунту і температурою навколишнього повітря визначається коефіцієнт теплопередачі трав'яного шару.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Castleton H.F. Green roofs; building energy savings and the potential for retrofit / Castleton H.F., Stovin V., Beck S.B.M., Davison J.B. // *Energy and Buildings*. – Vol. 42, Iss. 10. – Elsevier, 2010. – P.1583-1591.
2. Плоский В.О. Моделювання термічного опору трав'яного шару зеленої покрівлі/ Плоский В.О., Ткаченко Т.М., Мілейковський В.О., Дзюбенко В.Г. // *Вісник Національного університету «Львівська політехніка»*. Збірник наукових праць. Серія: «Теорія і практика будівництва» - № 844. – Львів: «Львівська політехніка», 2016. – С. 158-163.

Ткаченко Тетяна Миколаївна – к.б.н., доц., докторант кафедри охорони праці і навколишнього середовища, Київський національний університет будівництва і архітектури, Київ, e-mail: tkachenko_1974@inbox.ru

Мілейковський Віктор Олександрович – к.т.н., доц. кафедри теплогазопостачання і вентиляції, Київський національний університет будівництва і архітектури, Київ.

Tkachenko Tetiana N., Ph. D. (Biol.), Associate Prof., department of Chair of Occupational Safety and Environment, Kyiv National University of Construction and Architecture, Kyiv, e-mail: tkachenko_1974@inbox.ru

Mileikovskiy Viktor O., Ph. D (Eng.), Associate Prof., Department of Heat and Gas Supply and Ventilation, Kyiv National University of Construction and Architecture, Kyiv.

Аналіз відомих та обґрунтування перспективних принципових та конструктивних рішень віброекстракторів з різними типами приводів

Вінницький національний технічний університет

Анотація

Виконано дослідження по встановленню перспективних принципових та конструктивних рішень екстракторів.

Ключові слова: екстрактор, інтенсифікація, вібрація, вібропривід.

Abstract

The research to establish perspective principle and structural decisions extractors.

Keywords: extractor, intensification, vibration, vibratory drive.

Вступ. Складна фінансова ситуація, енергетична криза та значний ріст конкуренції, порівняно з зарубіжними підприємствами, викликали необхідність розвитку нових технологій вилучення цільових компонентів з рослинних матеріалів, які знаходять своє застосування у всіх галузях харчової та переробної промисловості. На сьогоднішній день існує велика різноманітність принципових та конструктивних рішень екстракторів, при цьому всі вони можуть відрізнятися типами приводів та особливостями протікання процесу екстрагування. Подібна варіативність конструкцій екстракторів пояснюється значною різноманітністю видів сировини з різними фізико-хімічними властивостями, що переробляється в цих апаратах. Перспективними можна вважати апарати в яких забезпечується активний гідродинамічний режим з оптимальними розмірами частинок сировини.

Мета. Метою дослідження є встановлення перспективних принципових та конструктивних рішень екстракторів шляхом критичного аналізу існуючих апаратів.

Результати. Промислові екстракційні апарати умовно можна поділити на екстрактори періодичної і безперервної дії. Апарати періодичної дії застосовуються тільки у виробництвах які не потребують великих об'ємів виробництва екстрактів. Результати проведених пошукових досліджень показали, що у зв'язку з широким спектром використання екстракторів у промисловості, великою різноманітністю сировини та її фізичних властивостей існує також багато технологій для вилучення цільових компонентів, а також конструкцій апаратів. В основному усі екстрактори можна розділити [1]: по режиму роботи (періодичної та безперервної дії); по напрямку руху фаз (протитечії, прототечії, комбіновані); по виду циркуляції (з однократним проходженням, з рециркуляцією, зрошувальні); по тиску в екстракторі (атмосферні, вакуумні, під надлишковим тиском). По конструктивним особливостям апарати, в свою чергу поділяються на: по виду транспортного органу (шнекові, лопатні, цепні, ковшові); по виду корпусу (колонні, камерні, ротаційні, комбіновані); по розміщенню корпусу екстрактора (горизонтальні, вертикальні, похилі). Усі наведені характеристики можуть зустрічатись у різних варіаціях, до того ж дана класифікація розширюється ще і за способами інтенсифікації процесу: циркуляційні, струминні, з віджимом, з НВЧ випромінюванням, кавітаційні, акустичні, електроімпульсні, пульсаційні та вібраційні.

Найбільш перспективним є інтенсифікація екстрагування вібраційним впливом. Це метод інтенсифікації є ефективним за рахунок активізації поверхні контакту фаз, що веде до різкого зростання рушійної сили та зменшення дифузійного опору процесу [2, 3]. Для успішного використання у промисловості віброекстрактори повинні володіти рядом властивостей: незначні габарити, простота конструкцій, мінімальна металомісткість, зручність в експлуатації та ремонті. Конструктивні особливості віброекстракторів зображено на рис.1.

Вібраційні апарати, що мають місце у промисловому виробництві є великогабаритними та потужними. Одним з найпоширеніших приводів таких машин є інерційний привід на основі дебалансних та ексцентрикових віброзбудників [4, 5]. Їх основною перевагою є компактність при великій рушійній силі, відносній легкості їх розрахунку та простоті застосування. Потрібно також пам'ятати, що завжди поряд з перевагами існують також і недоліки: складність регулювання амплітуд коливань робочих органів під час роботи машини; тривалий час «розгону» та зупинки приводу;

важкість синхронізації декількох віброзбудників; низька надійність; небезпечність роботи біля машин з відкритими віброзбудниками.

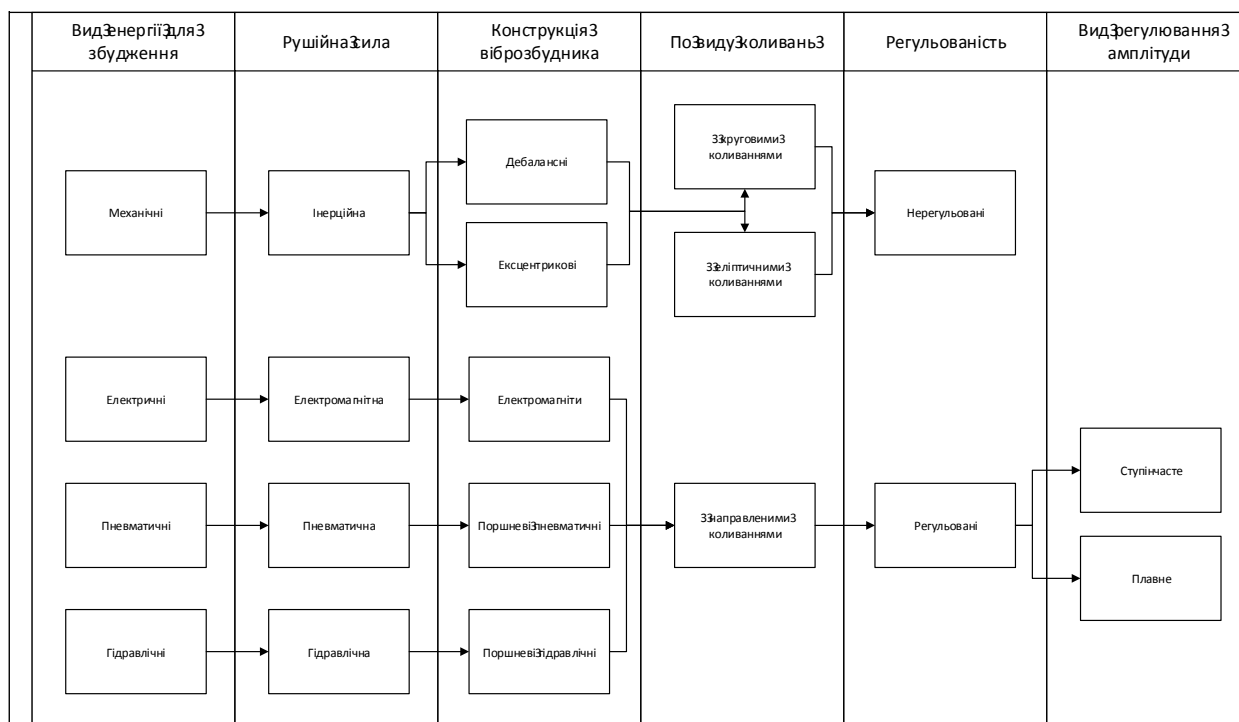


Рисунок 1 – Класифікація віброприводів

Позбутися наведених недоліків дозволяє використання гідравлічних та пневматичних вібраторів. Використання наведених приводів дозволяє досягти підвищення надійності та довговічності машини, легкість регулювання в широкому діапазоні частоти та амплітуди, можливість дистанційного керування робочими параметрами.

Висновки. Створенню ефективної технології вилучення цільових компонентів з рослинної сировини заважає брак даних щодо оптимальних режимів роботи і умов, що забезпечують інтенсифікацію тепломасообміну при збереженні або поліпшенні якості кінцевої продукції (екстрактів). При цьому, конструкції основних вузлів віброекстракційних апаратів мають значні відмінності від конструкцій традиційних екстракторів, що викликає необхідність пошуку та розроблення оригінальних їх привідної, віброперемішувальної і, в окремих випадках, одночасно вібротранспортальної систем.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Артоболевский, И. И. Теория механизмов и машин: Учеб. для вузов. – 6-е изд., стереотипное. – М.: ИД Альянс, 2011. – 640 с.
2. Струтинський В.Б., Калмиков М.О. Вібраційна обробка (Теорія й практика застосування): монографія - Луганськ: Вид-во «Ноулідж», 2010. – 427 с.
3. Блехман, И. И. Что может вибрация?: О «вибрационной механике» и вибра-ционной технике. – М.: Наука. Гл. ред. физ.-мат. лит., 1988. – 208 с.
4. Мищенко, В. Я. Применение вибрационных технологий в массообменных процессах в пищевой и перерабатывающей промышленности / В. Я. Мищенко // Современные наукоемкие технологии. – 2013. – №1, – С. 123.
5. Баранов В.Н. Электрогидравлические и гидравлические вибрационные механизмы / В.Н. Баранов, Ю.Е. Захаров. – Изд. 2-е, перераб. и доп. – М. : Машиностроение, 1977. – 326 с.

Микола Миколайович Кутняк – аспірант кафедри ІСБ, Вінницький національний технічний університет, м. Вінниця, email: nikolas1319@gmail.com

Mykola M. Kutniak – Postgraduate student of ISB, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia city, email: nikolas1319@gmail.com

Підвищення ефективності очищення води з використанням гідродинамічної кавітації

Вінницький національний технічний університет

Анотація

Запропонована конструкція нової установки для очищення та знезараження води з імпульсним кавітаційним диспергатором.

Ключові слова:

Стічні води, методи очищення, гідродинамічна кавітація, знезараження води.

Abstract

The construction of new equipment for cleaning and disinfection of water with impulsive cavitation disperser was offered.

Keywords:

Wastewater, purification techniques, hydrodynamic cavitation, water disinfection.

Всім відома не перебільшена значимість води для людства в цілому. Забрудненість водної екосистеми є більш небезпечною ніж забрудненість атмосфери. Забруднення води призводить до зниження її якості: погіршення сукупності фізичних, хімічних, біологічних та бактеріологічних показників, які обумовлюють придатність води для використання у промисловому виробництві, побуті тощо. Природні джерела води поступово стають непридатними не тільки для побутових, але й для технічних цілей. Одним з головних джерел забруднення є недостатньо очищені та знезаражені стічні води (господарсько-побутові, сільськогосподарські, промислові тощо). Проведене дослідження відомих методів очищення стічних вод показало, що традиційно для обробки стоків застосовують коагулянти та флокулянти із наступним їх освітленням шляхом відстоювання чи флотації. Лише в окремих випадках виконують більш глибоке доочищення води, яке передбачає окислення остаточних фенолів із використанням АОП (Advance Oxidation Processes) процесів (озонування, окислення H_2O_2 у присутності іонів Fe^{2+} , окислення ультрафіолетом у поєднанні із O_3 чи H_2O_2 , окислення озоном чи пероксидом водню в умовах ультразвукової кавітації та інше.). Окрім позитивних сторін всі ці методи мають і ряд специфічних недоліків, це обумовлює необхідність подальшого пошуку економічно раціональних та ресурсозберігаючих методів і технологій очистки стічних вод.

На сьогодні багато наукових робіт присвячено дослідженню явища кавітації. Під час кавітації виникає низка гідродинамічних процесів: виникнення інтенсивних полів тиску (~1000 атм) та хвиль розрідження – стиснення під час пульсації та схлопування парогазових каверн і бульбашок; утворення кумулятивних мікроструменів (з діаметром 30 – 70 мкм та швидкістю 100 – 200 м/с і більше) в асиметричному полі тиску на кінцевій стадії захлопування каверни; виникнення турбулентних зон у потоці оброблюваної рідини, що заповнені вихорами та схлопуючими бульбашками в інфразвуковому й ультразвуковому діапазоні частот, відбувається локальне підвищення температури тощо. Крім того, у моменти утворення й зникнення кавітаційних бульбашок у парогазовій порожнині виникають умови до появи електричних зарядів, електричних і магнітних полів, тобто рідина піддається термобаричній й електромагнітній дії. Диспергуюча, гомогенізуюча та змішувальна здатність отриманих ефектів, що виникають у рідкому середовищі спонукають до широкого застосування явища кавітації для інтенсифікації багатьох технологічних процесів в будівельній, нафтопереробній, харчовій та інших галузях промисловості [1, 2, 3, 6].

Особливість кавітаційного очищення і знезараження води полягає у тому, що гідродинамічні процеси, що виникають при її створенні сприяють механічному знешкодженню присутніх у воді мікроорганізмів, бактерій і вірусів [6].

В НДЛ гідродинаміки Вінницького національного технічного університету проводяться дослідження з вивчення різних способів створення кавітації. Нами розроблено та досліджується

обладнання, в основу роботи якого покладено різні способи створення вимушеної регульованої гідродинамічної кавітації для різних видів оброблюваних текучих середовищ [4, 5].

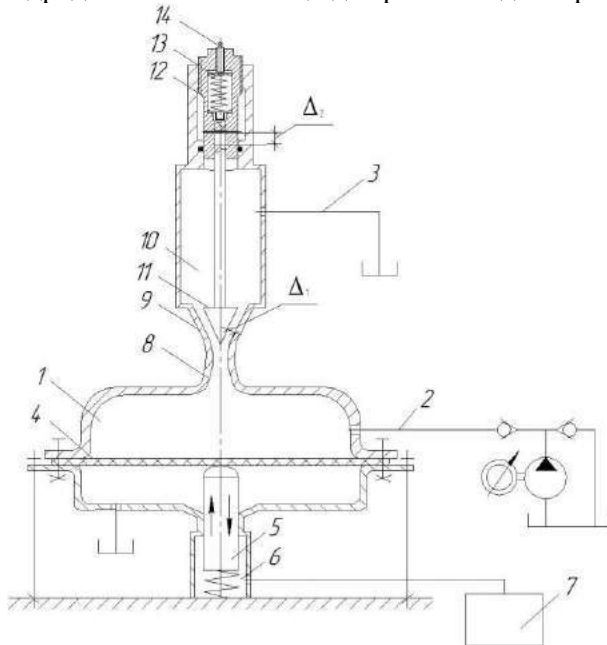


Рисунок - Конструктивне виконання установки для очищення та знезараження води

Для очищення та знезараження води була розроблена кавітаційна установка (рисунок), що складається з ємності 1, трубопроводів подачі 2 та відведення 3 води. В основі ємності 1 розташована еластична мембрана 4, що контактує з плунжером 5, який входить в робочу камеру 6, що гідравлічно зв'язана з гідро- чи пневмопультатором 7. Ємність 1 сполучена трубопроводом, що має конфузурну 8 та дифузурну частину 9 із циліндричним проточним корпусом 10. Окрім того, із регульованим зазором Δ_1 , відносно поверхні дифузурної частини 9 розташований конусоподібний робочий орган 11, який виконаний із можливістю встановлення цього зазору між його кінцевою поверхнею та внутрішньою поверхнею дифузурної частини 9. Регулювання зазору здійснюється рухомим шпинделем 12. Для підпружинення конусоподібний робочий орган 11 влаштована пружина 13, зусилля якої регулюється гвинтом 14.

Працює устаткування так. Вода по трубопроводу 2 поступає у ємність 1, при ввімкненому гідро- чи пневмопультаторі 7 плунжер 5 рухається періодично вгору та вниз піднімаючи та опускаючи еластичну мембрану 4. При русі еластичної мембрани 4 вгору тиск у ємності 1 збільшується і вода під тиском поступає у циліндричний проточний корпус 10 через конфузурну 8 та дифузурну 9 частини. Потік води при проходженні через зазор Δ_1 між поверхнею дифузурної частини 9 та конусоподібним робочим органом 11. Розмір зазору підібраний таким чином, щоб забезпечити створення необхідного режиму кавітації у циліндричному проточному корпусі 9. Окрім того, підпружинення конусоподібного робочого органу 11 додатково забезпечує створення вібраційного поля на потік рідини, яке сприяє інтенсифікації та якості очищення та знезараження води. Далі доочищена вода відводиться з циліндричного проточного корпусу 10 трубопроводом 3 до накопичувального резервуару.

Висновок. На підставі проведеного аналітичного дослідження відомих способів та технічних засобів для очищення та знезараження води розроблено експериментальне устаткування, що має, як показали попередні випробування, суттєві переваги у порівнянні з існуючим.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Бауман К. В. Розроблення кавітаційної установки для приготування бітумних емульсій: дис. ... канд. техн. наук: 05.05.02 / К. В. Бауман. – Кременчук, 2016. – 196 с.
2. Некоз О. І. Інтенсифікація технологічних процесів у гідродинамічних кавітаційних апаратах / О. І. Некоз, О. А. Литвиненко // Вібрації в техніці та технологіях. – 2009. – № 3 (55). – С. 114-116.
3. Прикладна гідроаеромеханіка і механотроніка: підручник / [О. М. Яхно, О. В. Узунов, О. Ф. Луговський та ін.]; під ред. О. М. Яхно. – Вінниця: УНІВЕРСУМ-Вінниця, 2015. – 698 с.
4. Розробка устаткування та технологій виготовлення бітумних емульсій і мастик для гідроізоляційних, покрівельних та інших видів робіт: звіт про НДР (заключний) 93/4. Вінницький національний технічний університет. – № держреєстрації 0110U001845. – Вінниця, 2010. – 100 с.
5. Пат. 37338 UA, МПК E01C 19/00. Установка для приготування бітумних емульсій / А. А. Борисенко, І. В. Коц, К. В. Бауман (Україна). – № u200807653; заявл. 04.06.2008; опубл. 25.11.2008, Бюл. № 22. – 3 с.
6. Силин Р.И. Кавитационно-магнитная обработка воды и вибрационное оборудование / Р.И. Силин, А.И. Гордеев // Вісн. Хмельниц. нац. ун-ту. Техн. науки. – 2009. – № 1 – С. 50–56.

Катерина Володимирівна Бауман – канд. техн. наук, асистент кафедри інженерних систем у будівництві, Вінницький національний технічний університет, м. Вінниця, email: iekaterina@i.ua

Kateryna V. Bauman – Ph. D., assistant of department of Engineering system in building, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia city, email: iekaterina@i.ua

СУЧАСНИЙ СТАН ТЕРМОМОДЕРНІЗАЦІЇ ГРОМАДСЬКИХ БУДІВЕЛЬ

Вінницький національний технічний університет

Анотація

В статті розглянуто питання термомодернізації громадських будівель. Визначаються технічні питання, що виникають при утепленні зовнішніх стін. Поставлено задачу знаходження оптимального варіанту підбору конструктивних елементів та матеріалів для виконання утеплення зовнішніх стін.

Ключові слова: термомодернізація, утеплення, огорожувальна конструкція, термічний опір

Abstract

This paper examines the issue of thermal modernization of public buildings education institutions. Identifies technical issues that arise with insulation of external walls. Defined the problem of finding the optimal variant selection of design elements and materials for insulating exterior walls .

Keywords: thermo modernization, insulation, building envelope, thermal resistance

Вступ

Термомодернізація - це комплекс заходів по утепленню будівлі та модернізації інженерних систем з метою їх приведення у відповідність до сучасних вимог з енергоефективності. Значною мірою це стосується житлових та громадських будівель, які були збудовані по теплотехнічним вимогам СНиП II-3-79 який діяв до 01.04.2007 року. Приведення існуючої будівлі лише до мінімальних сучасних вимог по утепленню та вимогам до інженерних систем, дозволяє заощадити 50-60% на опаленні та гарячому водопостачанні. Процес термомодернізації починають з енергетичного аудиту, в результаті якого може бути визначений комплекс заходів щодо підвищення енергоефективності, етапи і послідовність їх здійснення, окупності.[1,2]

Це питання також розглядається у програмі економічного і соціального розвитку міста на 2017 рік м. Вінниці, що підтверджує актуальність даної теми для нашого регіону. Зокрема, по програмі капітального будівництва на 2017 рік передбачено виділити з міського бюджету 230,8 млн. гривень ремонт та термомодернізацію будівель. Значна частина коштів виділена саме на ремонт та термомодернізацію громадських будівель - шкіл №18,20,35,33,16 та дошкільних закладів 16,31.

Результати дослідження

Термомодернізація включає виконання низки заходів, які знижують енергоспоживання і зменшують комунальні платежі:

- утеплення стін, даху, суміщеного покриття та перекриття над неопалюваним підвалом і підлоги на ґрунті;
- заміна або ремонт вікон та зовнішніх дверей;
- модернізація теплового пункту при централізованому теплозабезпеченні з установкою сучасних засобів автоматичного регулювання;
- модернізація або заміна системи опалення;
- модернізація або заміна системи гарячого водопостачання з застосуванням водорозбірного обладнання, що знижує споживання води;
- модернізація системи вентиляції;
- заміна індивідуального джерела теплозабезпечення на сучасний, в особливості на що використовує енергію поновлюваних ресурсів, наприклад, на сонячний колектор, тепловий насос тощо.

Утеплення будівлі являє собою посилення теплоізоляції зовнішніх стін, горищних перекриттів, перекриттів над підвалом, а також заміною застарілих вікон і дверей на енергоефективні [3].

При виконанні термомодернізації зовнішніх огорожуючих конструкцій житлових будинків для приведення їх до діючих нормативних документів [4-9] в частині ДБН В.2.6 – 31:2006 «Теплова ізоляція будівель» із зміною №1 (з 1-го травня набирає чинності ДБН В.2.6 – 31:2016) практично труднощів немає. Утеплення зовнішніх стін будівель загальноосвітніх шкіл та дошкільних навчальних закладів виконується, на сьогодні, мінераловатними плитами з оздобленням штукатуркою. Приведення громадських будинків, особливо будівель шкіл та дошкільних навчальних закладів до діючих нормативних документів в частині термомодернізації зовнішніх огорожувальних конструкцій - зовнішніх стін, мають певні технічні питання.

По перше, для якісного проведення утеплення зовнішніх огорожувальних конструкцій - стін, обов'язкове виконання умови

$$R_{\sum np} \geq Rq ,$$

де $R_{\sum np}$ -приведений опір теплопередачі, м² К/Вт; Rq - нормативний опір теплопередачі, м² К/Вт.

Існуючі будівлі закладів освіти мають достатньо великі вікна. Для виконання технічних нормативних вимог бажано зменшити світлопрозорі елементи зовнішніх стін. Тому, для виконання технічних нормативних вимог бажано зменшити світлопрозорі елементи зовнішніх стін.

Загальноосвітні школи та дитячі дошкільні навчальні заклади які потребують в даний час термомодернізації були збудовані в період до 2000 року. Коефіцієнт природного освітлення (КПО) визначався відповідно «СНиП II-4-79 Естественное и искусственное освещение» який діяв до 01.09.2006 року. Вимоги КПО за цим нормативом наведені в таблиці 1. В ДБН В.2.5-28-2006 «Інженерне обладнання будинків і споруд. Природне і штучне освітлення» нормативні вимоги по визначенню КПО до окремих приміщень зменшились (табл.1), але 2012 році ДБН В.2.5-28-2006 був доповнений зміною №2. В зміні №2 нормативні вимоги в частині визначення КПО для приміщень загальноосвітніх середніх шкіл та дитячих дошкільних навчальних закладів збільшились і повністю співпадають з вимогам СНиП II-4-79 по якому розраховувались збудовані будівлі (табл.1)

Таблиця 1- Порівняльний нормативних вимог по визначенню КПО до окремих приміщень закладів освіти.

Приміщення	СНиП II-4-79 КПО е н, %	ДБН В.2.5-28-2006 КПО е н, %	ДБН В.2.5-28-2006 Зм.2 (2012р) КПО е н,%
Загальноосвітні навчальні заклади I - III рівня			
Класні кімнати, аудиторії, учбові кабінети, лабораторії загальноосвітніх шкіл.	1.5	1.5	1.5
Дитячі дошкільні заклади			
Роздягальні	1.0	0.7	1.0
Ігрові, їдальні, зали для музичних і фізкультурних занять	1.5	1.5	1.5
Спальні	1.5	0.5	1.5
Палати ізоляторів	1.5	0.5	1.5

При виконанні перевірочних розрахунків по визначенню КПО існуючих будівель загальноосвітніх середніх шкіл та дитячих дошкільних навчальних закладів по зменшенню розмірів вікон, приходимо до висновку, що зменшення розміру вікон може бути незначне. Таким чином, виникає задача оптимізації конструкцій зовнішнього огороження, при можливому незначному зменшенні розміру вікон в будівлях закладів освіти при термомодернізації.

Висновок

При розгляді питання термомодернізації громадських будівель закладів освіти з повним виконанням нормативних вимог на сьогоднішній день поставлено задача знаходження оптимального варіанту підбору конструктивних елементів та матеріалів для виконання утеплення зовнішніх стін.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Термомодернізація житлового фонду: організаційний, юридичний, соціальний, фінансовий і технічний аспекти: Практичний посібник. Видання 3-тє, актуалізоване. / за загальною редакцією Бригілевича В. – Львів, 2016.

2. Ратушняк О. Г. Управління змістом інноваційних проектів термомодернізації будівель: монографія / О. Г. Ратушняк – Вінниця: ВНТУ, 2010.–128 с.
3. Ратушняк Г. С., Анохіна К. В. Аналіз методів математичного моделювання для визначення теплопередачі через багатошарові захисні конструкції. Сучасні технології, матеріали і конструкції в будівництві. - Вінниця: УНІВЕРСУМ-Вінниця. - 2007. - С. 137-141.
4. Теплова ізоляція будівель: ДБН В.2.6-31:2006. – [Чинний від 2006–09-09]. – К.: Міністерство будівництва України, 2006. – 71 с. – (Державні будівельні норми України) (діє до 30.04.2017)
5. Теплова ізоляція будівель: ДБН В.2.6-31:2016. – [Чинний від 2017–05-01]. – К.: Міністерство будівництва України, 2016. – 38 с. – (Державні будівельні норми України)
6. Конструкції зовнішніх стін із фасадною теплоізоляцією. Вимоги до проектування, улаштування та експлуатація: ДБН В.2.6-33:2008 – [Чинний від 2009–07-01]. – К.: Міністерство будівництва України, 2009. – 28 с.
7. Методи вибору теплоізоляційного матеріалу для утеплення будівель: ДСТУ Б.В.2.6-189:2013 – [Чинний від 2014–01-01]. – К.: Міністерство будівництва України, 2014. – 71 с. –
8. Посібник для проектування теплоізоляційної оболонки будівель згідно вимог ДСТУ Б.В.2.6-189:2013 . «Методи вибору теплоізоляційного матеріалу для утеплення будівель». Державне підприємство «Науково-дослідний інститут будівельних конструкцій». Київ 2014. – 107 с.
9. Естественное и искусственное освещение СНиП II-4-79 М.: Стройиздат, 1980. – 48 с
10. Інженерне обладнання будинків і споруд. Природне і штучне освітлення ДБН В.2.5-28-2006– [Чинний від 2006–10-01]. – К.: Міністерство будівництва України, 2006. – 171 с. – (Державні будівельні норми України)

Панкевич Володимир В'ячеславович, студент, Факультет будівництва, теплоенергетики та газопостачання, Вінницький національний технічний університет, м. Вінниця, pankvova82@gmail.com

Бричанський Артур Олегович, студент, Факультет будівництва, теплоенергетики та газопостачання, Вінницький національний технічний університет, м. Вінниця

Науковий керівник: Панкевич Ольга Дмитрівна, кандидат технічних наук, доцент кафедри інженерних систем у будівництві, Факультет будівництва, теплоенергетики та газопостачання, Вінницький національний технічний університет, м. Вінниця, olgadm@ua.fm

Pankevych Volodymyr, student, Faculty for Civil Engineering, Thermal Power Engineering and Gas Supply, Vinnytsia national technical university, Vinnitsa city, pankvova82@gmail.com

Brychanskyi Artur, student, Faculty for Civil Engineering, Thermal Power Engineering and Gas Supply, Vinnitsa national technical university, Vinnitsa city

Supervisor: Pankevych Olga, PhD, docent engineering systems in construction Faculty for Civil Engineering, Thermal Power Engineering and Gas Supply, Vinnitsa national technical university, Vinnitsa city, olgadm@ua.fm

Огляд сучасних енергозберігаючих технологій, що використовуються в громадських будівлях

Вінницький національний технічний університет

Анотація

Визначені основні вимоги, а також сучасні методи та технології збереження енергії в громадських будівлях. Розглянуто перспективи та напрямки розвитку та підвищення енергоефективності в будівлях.

Ключові слова: енергозбереження, енергетичний аудит, енергозберігаюча технологія.

Abstract

Discussed the basic requirements, as well as modern methods and technologies of energy conservation in public buildings. The prospects and directions of development and energy efficiency in buildings.

Keywords: energy efficiency, energy audits, energy-saving technology.

Енергозбереження - діяльність (організаційна, наукова, практична), яка спрямована на раціональне використання та економне витрачання первинної та перетвореної енергії і природних енергетичних ресурсів в національному господарстві і яка реалізується з використанням технічних, економічних та правових методів[1].

Одним з перших шляхів до покращення енергозбереження у будинках є енергетичний аудит. Енергетичний аудит (енергетичне обстеження) - визначення ефективності використання паливно-енергетичних ресурсів та розроблення рекомендацій щодо її поліпшення[1].

Згідно з ДБН В.2.2-9:2009 "Громадські будівлі та споруди"[2] сучасні громадські будівлі мають відповідати наступним вимогам щодо енергозбереження:

1. Об'ємно-планувальні і конструктивно-технологічні вирішення громадських будинків, а також системи їх інженерного обладнання повинні забезпечувати оптимальний рівень енерговитрат при будівництві і експлуатації.

2. Огороджувальні конструкції будинку повинні проектуватися з теплозахисними властивостями, які забезпечують питоме споживання теплової енергії, що витрачається на опалення, в межах встановлених норм згідно з вимогами ДБН В.2.6-31.

3. Площі світлопрозорих огорож не повинні перевищувати величин, що регламентуються чинними нормами.

4. Всі будинки, що підключаються до систем централізованого теплопостачання, повинні бути обладнані пристроями для комерційного обліку теплової енергії, що споживається, встановленими на абонентських вводах.

5. Системи теплоспоживання будинків повинні обладнуватися пристроями для автоматичного регулювання теплової потужності. Будинки з фіксованою тривалістю робочого дня належить проектувати з регуляторами програмного споживання теплової енергії.

6. Системи витяжної вентиляції будинків повинні проектуватися з природним спонуканням за відсутності зони вітрового підпору на устьях вентиляційних каналів, якщо використання вентиляції з механічним спонуканням для окремих приміщень не регламентоване чинними будівельними нормами за видами будинків та споруд. Встановлення дефлекторів не допускається.

7. Системи припливної вентиляції проектують, як правило, низьконапірними, такі системи обладнують пристроями автоматичного регулювання теплової потужності. За обґрунтування слід використовувати теплоутилізатори та інші способи ефективного використання енергії.

8. Індивідуальні джерела теплопостачання будинків від автономних теплогенераторів, які приймаються згідно з чинними нормами, рекомендується проектувати з використанням джерел енергії, що відновлюються (сонячних колекторів, теплових насосів тощо).

Для виконання енергетичних обстежень наявних будівель, проектування енергоощадних будинків та проведення енергоаудитів є кілька методів визначення енергетичного стану. Серед них на увагу заслуговують інструментально-аналітичний метод та метод математичного моделювання[3].

Сутність першого полягає у вимірюванні параметрів зовнішнього та внутрішнього повітряного середовища за допомогою термометрів, психрометрів, анемометрів та ін.; дистанційне визначення тепловізером температурних полів поверхонь огорожувальних конструкцій з подальшим аналітичним опрацюванням отриманих даних.

Другий метод – метод комп'ютерного моделювання – вимагає створення енергетичного макета будівлі за допомогою спеціалізованих програмних продуктів. Незважаючи на те, що ці програми переважно призначені для інженерних розрахунків, деякі з них придатні для створення проектів енергоефективності будівель житлового та виробничого призначення.

На сьогоднішній день енергозбереження займає одну з ключових позицій у розвитку та економіці ринків споживчих послуг і матеріалів. Сонячні батареї в сукупності з застосуванням вітрогенераторів, можуть виступати як в якості додаткового, так і основного джерела енергії, звільняючи таким чином споживача від залежності в централізованих енергетичних мережах. Скорочується споживання інших видів палива та енергії. Застосування енергозберігаючих матеріалів є практичною гарантією скорочення витрат на експлуатацію та обслуговування будь-яких об'єктів, які раніше вимагали великих матеріальних витрат на енергообслуговування, в тому числі з теплоенергетики.

Енергозберігаючі технології розробляються і впроваджуються в таких сферах економії енергії, як автоматизація і оптимізація режимів горіння, впровадження новітніх водопідготовчих установок на джерелах тепла, заміна морально застарілих котлів на нові, в методах глибокої утилізації тепла димових газів, мінімізації величини продувки котла і надбудову котельнь газотурбінними установками[4]; диспетчеризація в системах теплопостачання, застосуванні азбестоцементних труб в теплопостачанні, акумулюванні теплової енергії, переході на двоставковий тариф при оплаті за теплову енергію, в енергоефективній експлуатації трансформаторів, в заміні ламп розжарювання на люмінесцентні та енергозберігаючі лампи, створенні та впровадженні інфрачервоних датчиків руху і присутності, використанні частотно-регульованих приводів і багатьох других напрямків.

Висновки

Проблемами енергоефективності будівель в Україні займається широке коло дослідників. Але на даний момент відсутні відповідне наукове обґрунтування та нормативна база проектування енергоощадних будинків. Встановлена невідповідність між просторово-функціональною організацією громадських будівель і сучасними вимогами енергозбереження. Наведені методи, завдяки яким можна визначити заходи енергоощадження для громадських будівель.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Закон України «Про енергозбереження» - Верховна Рада України [Електронний ресурс]. – Режим доступу до ресурса.: <http://zakon5.rada.gov.ua/laws/show/74/94-%D0%B2%D1%80>
2. ДБН В.2.2-9:2009 Громадські будівлі та споруди – [Чинний від 01.07.2010]. – К.: Міністерство національного розвитку та будівництва України, 2009р. – 49с.
3. Методи та інструменти оцінювання [Електронний ресурс]. – Режим доступу до ресурса.: <http://energefficiency.in.ua/stati/energoeffektivnost-i-energoberezhenie>
4. Ратушняк Г.С. Енергозберігаючі відновлювальні джерела теплопостачання: Навчальний посібник / Г.С. Ратушняк, В.В. Дездежула, К.В. Анохіна – Вінниця: ВНТУ, 2010р. – 170с.

Коваль Данііл Олексійович, студент, Факультет будівництва, теплоенергетики та газопостачання, Вінницький національний технічний університет, м. Вінниця, kovalldaniil@gmail.com

Панкевич Ольга Дмитрівна, кандидат технічних наук, доцент кафедри інженерних систем в будівництві, Факультет будівництва, теплоенергетики та газопостачання, Вінницький національний технічний університет, м. Вінниця.

Koval Daniil Oleksiyovych, student, Faculty of Civil Engineering, Thermal Power Engineering and Gas Supply, Vinnytsia national technical university, Vinnytsia city, kovalldaniil@gmail.com

Pankevych Olga Dmytrivna, PhD, docent of Heat and Gas Supply Department, Faculty of Civil Engineering, Thermal Power Engineering and Gas Supply, Vinnytsia national technical university, Vinnytsia city.

Моделювання тепломасообмінних процесів в автоклавних установках з рециркуляційним аеродинамічним нагрівом

Вінницький національний технічний університет

Анотація

В доповіді наведено порівнювальне оцінювання відомих установок і запропонованого устаткування з рециркуляційним аеродинамічним нагрівом для тепловологісної обробки бетонних і залізобетонних виробів за тривалістю циклу обробки та показниками їх енергетичної ефективності. Показані результати математичного моделювання на підставі складання рівнянь теплового балансу для пропарювальної автоклавної камери та встановлені напрямки підвищення її енергетичної ефективності.

Ключові слова: автоклавна пропарювальна камера, тепловологісна обробка, математична модель, енергетична ефективність, бетонні та залізобетонні вироби.

Summary

In the report the comparative evaluation of known installations and equipment proposed with recirculation aerodynamic heating for thermal and humidity treatment of concrete and reinforced concrete products for the duration of processing cycle and parameters of energy efficiency. Showing results of mathematical modeling based on the equations of thermal balance for steaming autoclave camera and installed directions enhance its energy efficiency.

Keywords: energy performance, heat- and moist curing, curing chamber, concrete and reinforced concrete products. autoclave steaming camera thermal and humidity treatment, mathematical model, energy efficiency, concrete and reinforced concrete products.

Тепловологісна обробка (ТВО) є одним з найпоширеніших методів прискореного твердіння бетону, поряд з використанням хімічних добавок і швидкотверднучих цементів. Теплові методи засновані на збільшенні швидкості реакцій взаємодії в'язучих речовин з водою при підвищенні температури. У виробництві бетонних і залізобетонних виробів і конструкцій ТВО є найбільш енергоємною і тривалою стадією [1-3, 5].

При виготовленні будівельних виробів теплова обробка є одним з найбільш енергоємних етапів, при якій споживається близько 60% від загальної кількості енерговитрат. Теоретично на нагрів виробу із бетону і металоформ необхідно всього лише 10-15% теплової енергії, а решта, що витрачається за відомими технологіями, – заплановані і незаплановані втрати, які досягають майже 50% від загальної кількості енерговитрат. Сучасний стан устаткування підприємств з виготовлення будівельних виробів, зокрема, із бетону, потребує проведення подальшої реконструкції і модернізації виробництва з метою збільшення асортименту та якості, а також зниження собівартості продукції в умовах сучасного ринку. При цьому енергетична ефективність нових технологій та ефективна система управління процесом повинні бути одними з головних критеріїв їх вибору [4, 5].

В НДІ гідродинаміки ВНТУ розроблена пропарювальна автоклавна установка для тепловологісної обробки бетонних виробів з рециркуляційним аеродинамічним нагрівом (рисунок) [6,7].

Принцип дії аеродинамічного нагрівача роторного типу, полягає в тому, що в результаті рециркуляції повітряного потоку і виникають аеродинамічних втрати тиску в роторному колесі, яке спричиняє нагрів повітряного середовища всередині робочої камери. Потік гарячого повітря, що рециркулює в робочій камері, передає тепло елементам робочої камери і рівномірно розігріває бетонні вироби, що розташовані в ній. Необхідний надлишковий тиск у повітряному середовищі в теплоізолюваному корпусі створюється компресором з пневморесивером. Коли всередині бетонних виробів при нагріванні відбуватимуться процеси хімічної чи фізичної модифікації матеріалів, що пов'язані із поглинанням вологи (процеси гідратації цементу у бетонних виробах), то для забезпечення необхідного тепловологісного балансу в повітряному середовищі робочої камери необхідно додатково подавати воду. Для цього над аеродинамічним нагрівачем роторного типу відбувається розбризкування води через форсунки. Вода під дією високої температури

перетворюється в пару, яка разом із теплим повітрям рециркулює всередині робочої камери, створюючи відповідне за тиском і температурою пароповітряне середовище, що здійснює подальше нагрівання і зволоження поверхні та внутрішнього об'єму виробу. В разі потреби дотримання необхідного за технологічними вимогами тепловологісного режиму процеси подачі води періодично повторюються.

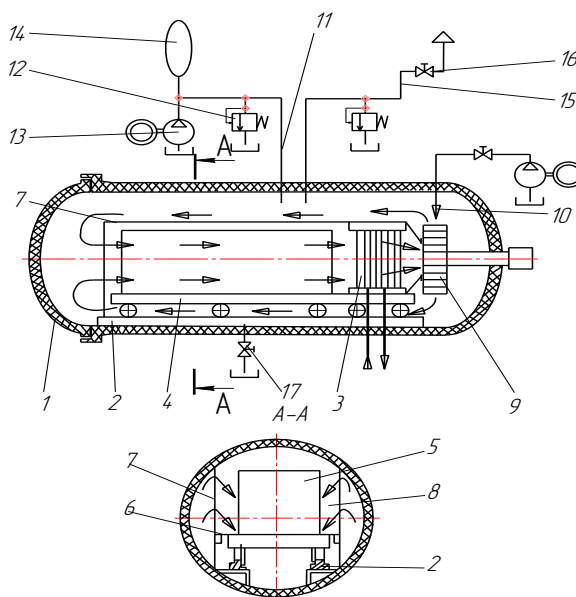


Рисунок. Автоклавна установка тепловологісної обробки:

Як відомо, режими обробки бетонів в пропарювальних камерах призначаються за нормативними рекомендаціями з обов'язковою експериментальною перевіркою та уточненнями, а методики розрахунку режимів, що виключають експеримент, відсутні. Нами проведено математичне моделювання процесу тепловологісної обробки бетонних виробів. При цьому розглядається пропарювальна камера як складна система, в якій її складові частини взаємодіють між собою: пароповітряний об'єм, вироби, форми виробів, корпус камери.

При створенні математичної моделі динаміки робочого процесу тепловологісної обробки будівельних виробів в пропарювальній камері із аеродинамічним нагрівом було прийнято наступні припущення [5]: пароповітряний об'єм камери є об'єктом із зосередженими параметрами; термічний опір, який створює плівка конденсату при конденсації пари нескінченно малий порівняно з опором дифузійного шару пароповітряної суміші, наявність плівки конденсату та її товщина не впливає на процеси тепломасообміну; тепло у виробах поширюється в основному за рахунок теплопровідності, причому, кількість теплоти, яка віддається нагрітими тілами стікаючому конденсату, є нескінченно малою порівняно з теплом, яке віддається пароповітряним середовищем; виріб – однорідне та капілярно-пористе тіло: арматура і грубодисперсні заповнювачі не впливають на розповсюдження тепла за просторовими координатами; деформація об'єму виробу, що пов'язана зі зміною температури, є досить незначною в порівнянні з вихідним об'ємом; закономірності процесу розповсюдження тепла є однаковими для всіх виробів: бетонний виріб являє собою необмежену пластину, тобто товщина виробу значно менша двох інших розмірів (довжини та ширини).

Розроблено математичну модель процесів тепло- і масообміну, що протікають в бетонних виробах при їх ТВО в пропарювальних автоклавних камерах в пароповітряній середовищі.

Баланс енергії для пароповітряного середовища у внутрішньому об'ємі пропарювальної автоклавної установки з рециркуляційним аеродинамічним нагрівачем можна записати в наступному вигляді [5]:

$$\frac{d(h^c M)}{d\tau} = Q^{нов} + Q^e - Q_{3a2}^M - Q_{3a2}^{кон} - Q_{3a2}^K - Q_{3a2}^{к0}, \tau > 0; h^c \cdot M^c = h_0^c \cdot M_0^c, \tau = 0, \quad (1)$$

де h_0^c , M_0^c – початкове значення відповідно ентальпії та маси пароповітряної суміші у вільному об'ємі установки; $Q^{нов} = G^{нов} \cdot h^{нов}$ – тепловиділення потоку повітря, який надходить від роторного

рециркуляційного аеродинамічного нагрівача; $Q^e = G^e \cdot h^e$ – кількість теплоти, що вноситься в систему разом із зрошувальною водою; $Q_{заг}^u$ – загальна кількість теплоти, яка передається за одиницю часу металоконструкції установки; $Q_{заг}^{кон}$ – загальна кількість теплоти, яка передається за одиницю часу оброблюваним бетонним виробам; $Q_{заг}^k$ – загальна кількість теплоти, яка випромінюється за одиницю часу в навколишній простір від зовнішньої поверхні корпусу робочої камери; $Q_{заг}^{k0}$ – загальна кількість теплоти, яка передається за одиницю часу конденсату; $G^{нов}$, G^e – витрата повітря та води; $h^{нов}$, h^e – питома ентальпія повітря та води.

Для встановлення напруженого стану, який виникатиме у бетонному виробі окремо розглянута також математична модель напруженого стану бетонного виробу в процесі його тепловологісної обробки в пропарювальній камері у пароповітряному середовищі, яка відрізняється від відомих особливостями передачі теплової енергії та зміни вологовмісту в робочих камерах запропонованого типу, що надає можливість встановити раціональні режими зміни сумарних напружень у виробках, які сприятимуть оптимальному проходженню процесу гідратації та тужавіння суміші.

Запропоновані алгоритми числового розв'язання методом скінчених різниць математичних моделей процесів тепло- і масообміну та напруженого стану у бетонних виробках. Здійснено перевірку адекватності запропонованих моделей на підставі отриманих експериментальних даних. Аналітично та експериментально встановлено взаємозв'язок між температурою, яка створюється всередині робочої камери пропарювальної автоклавної установки та її робочими, конструктивними параметрами і характеристиками, а саме: об'ємом робочої камери, геометричними розмірами нагрівача роторного типу, частоти обертання ротора.

Результати експериментальних досліджень підтверджують перетворення кінетичної енергії потоку повітряного середовища в теплову енергію. Внаслідок гальмування швидкості потоку зменшується його кінетична енергія, але вона не зникає, а перетворюється в теплоту, при цьому, загальний запас енергії залишається постійним у відповідності з першим законом термодинаміки.

Висновок

В результаті проведених досліджень запропоновано ефективні режими та раціональне конструктивне виконання запропонованої пропарювальної автоклавної установки із рециркуляційним аеродинамічним нагрівачем для тепловологісної обробки бетонних і залізобетонних виробів, як такою, що має суттєві технічні переваги у порівнянні із відомим серійним обладнанням. На підставі проведеного математичного моделювання розроблено науково обґрунтовану методику для проектування пропарювальних автоклавних установок різних типорозмірів з відповідними технологічними параметрами.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Кучеренко А.А. Тепловые установки заводов сборного железобетона. Проектирование и примеры расчета / А.А. Кучеренко. – Киев: Вища шк., 1977. – 280 с.
2. Федосов С.В. Тепломассоперенос в технологических процессах строительной индустрии: монография / С.В. Федосов. – Иваново: ПресСто, 2010. – 363 с.
3. Федосов С.В. Влияние тепловлажностной обработки на эксплуатационные свойства бетона [Електронний ресурс]: С.В. Федосов, С.М. Бабанов, М.В. Акулова, М.В. Торопова //Изв. вузов. Строительство, 2003. – №7. С. 47 – 50. Режим доступа к журн.: <http://old.sibstrin.ru/izv2003.html>.
4. Сліпенька О.П. Аналітичне дослідження автоклавних установок із аеродинамічним нагрівом / О.П. Сліпенька, І.В. Коц // Вісник Хмельницького національного університету, 2006. – № 5. – С. 93 – 98.
5. Коц І.В. Тепловологісна обробка бетонних виробів з використанням аеродинамічного нагрівання : монографія / І.В. Коц, О. П. Колісник. – Вінниця : ВНТУ, 2013. – 114 с.
6. Патент 40453. МПК C04B 40/00 Пропарювальна камера/ Колісник О. П., Коц І. В. - № u200812905; Заявлено 05.11.2008; Опубл. 10.04.2009, Бюл. № 7.
7. Патент 40455. МПК C04B 40/00 Спосіб тепловологісної обробки будівельних виробів/ Колісник О. П., Коц І. В. - № u200812911; Заявлено 05.11.2008; Опубл. 10.04.2009, Бюл. № 7.

Коц Іван Васильович – к.т.н., професор кафедри інженерних систем у будівництві, Україна, м. Вінниця, Вінницький національний технічний університет, Email: ivkots@i.ua

Kots Ivan V. — Ph. D. (Eng.), professor of the department of engineering in construction:, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia, Email: ivkots@i.ua

Ударно-вібраційне обладнання для виготовлення монолітних бетонних основ методом послідовного нарощування

Анотація

Розроблене навісне обладнання з гідравлічним приводом від базової гідрофікованої вантажопідіймної машини. Експериментальні та виробничі випробування підтвердили придатність і економічну доцільність цього устаткування до практичного застосування. Запропонована методика розрахунку конструктивних та привідних параметрів устаткування, а також технології застосування цього устаткування у виробничих умовах.

Ключові слова: монолітні бетонні основи; навісне ударно-вібраційне обладнання; гідравлічний привод; пустотоутворювачі; метод послідовного нарощування

Abstracts

Designed mounted equipment with of hydraulic drive basic hydroficated hoisting machine. Experimental and production tests confirmed the suitability and the economic feasibility of equipment for practical application. The suggested method of calculating and design of drive parameters of the equipment and technology of application of this equipment in production conditions.

Key wood: monolithic concrete foundations; special equipment for the formation of shock and vibration loads; hydraulic drive; creator of the cavities; the method consistent increase

Вирішення проблем зниження трудомісткості при ущільненні жорстких бетонних сумішей можливо завдяки використанню ударно-вібраційних технологій формування конструкцій. Ударно-вібраційні технології забезпечують суттєве зниження величин питомої змушуючої сили вібратора, тривалості та трудомісткості процесу ущільнення. Вони базуються на ефекті сумісного впливу на бетонну суміш, періодичних вібраційних коливань і ударних імпульсів, які забезпечують досягнення необхідної міцності і щільності бетону при значенні змушуючої сили віброзбуджувача в 4-5 разів меншої, ніж за традиційної технології ущільнення з використанням дебалансних вібраторів з гармонійним силовим навантаженням об'єкту формування [1].

В основу даної роботи покладено розробку технологій та технічних пристроїв з гідроприводних ударно-вібраційним устаткуванням для формування монолітних бетонних конструкцій, в тому числі фундаментів та стін підвалів житлових, громадських і промислових споруд, що забезпечує зниження трудомісткості, тривалості зведення, вартості і покращення умов виконання робіт.

Запропонована ударно-вібраційна технологія дозволяє при використанні жорстких бетонних сумішей (жорсткістю 5-15 секунд) бетонувати конструкції з негайним зняттям опалубки в умовах виробництва робіт на будівельному майданчику, що знижує трудомісткість до 30%, а витрати на заробітну плату на 20-25%. Згідно вказаній технології можна формувати одиночні фундаменти (згідно ГОСТ 240022) та палеві ростверки об'ємом до 1,5 м³, стрічкові фундаменти, стіни підвалів та інші подібні конструкції. Ударно-вібраційні пристрої, що виконані у вигляді навісного гідроприводного обладнання на гідрофікованих вантажопідіймальних машинах є достатньо простими у виготовленні і надійні в роботі. Повний цикл формування, наприклад, бетонних пустотілих блоків (об'ємом 0,65 м³) складає не більше 13...16 хвилин, при чисельності ланки бетонувальників – 2 роб., тобто змінна виробка може сягнути 16-20 м³ на одного працівника. Можливість формування пустотілих конструкцій дозволяє в частині випадків економити до 25% бетону.

Існуючі технології зведення заглибленої частини малоповерхових споруд відрізняються відносною складністю. Відсутні рішення, що дозволяють за допомогою лише однієї установки (машини) виконати весь комплекс операцій по зведенню конструкцій монолітних основ і фундаментів. Тому існує потреба в більш досконалих технологічних рішеннях, що забезпечують зниження вартості, зменшення трудомісткості робіт при збільшенні надійності, а також можливість

застосування пристрою (машини) при зведенні інших конструкцій з використанням жорстких бетонних сумішей.

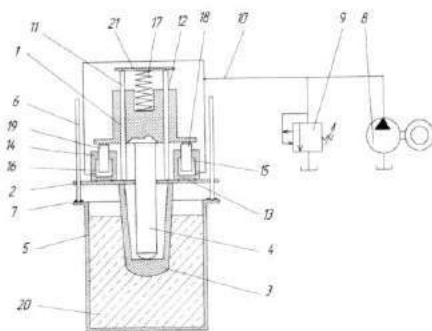


Рисунок. Конструктивна схема навісного ударно-вібраційного ущільнювача

Нами запропонована конструкція ущільнювача ударно-вібраційної дії для формування жорстких бетонних сумішей (рисунок) [2], яка містить опорну плиту з пустотоутворювачем, з розташованими всередині стержневим вібропроводом. Опорна плита закріплена за допомогою напрямних з фіксаторами. Пристрій також містить рухома інерційну масу з стержневим вібропроводом у нижній частині, яка підпружинена силовою пружиною і з'єднана через внутрішню порожнину з верхньою частиною рухомої інерційної маси, відносно верхньої траверси, яка за допомогою напрямних прикріплена до нижньої частини опорної плити з пустотоутворювачем. На опорній плиті встановлені силові плунжерні гідроциліндри, плунжери встановлені з можливістю контакту з опорною поверхнею рухомої інерційної маси. Внутрішні робочі порожнини силових плунжерних гідроциліндрів гідравлічно зв'язані із привідною гідросистемою, до якої підключено імпульсний клапан керування, що налаштований на періодичне відкриття-закриття зв'язку напірної гідролінії гідросистеми, і з'єднання її зі зливом. Принцип роботи устаткування полягає в ударно-вібраційному спонуканні заглиблення пустотоутворювачів у жорстку бетонну суміш. В результаті цього масив бетонної суміші одночасно ущільнюється і в ньому утворюються пустоти, які потім по чергові заповнюються при подальшому нарощуванні переставної опалубки. Так формуються основи будь-якої висоти в залежності від виробничих потреб.

Висновки.

1. Розроблене конструктивне виконання та впроваджено навісне обладнання з гідравлічним приводом ударно-вібраційної дії від базової гідрофікованої вантажопідйомної машини.
2. Виконано експериментальну перевірку функціонування устаткування, яка підтвердила придатність і економічну доцільність цього устаткування до практичного застосування.
3. Отримані результати експериментальних та виробничих випробувань покладені в основу вдосконалення методики розрахунку конструктивних та привідних параметрів устаткування, а також використані при відпрацюванні технології застосування цього устаткування у виробничих умовах.

Список використаної літератури

1. Коц И.В. Активные рабочие органы с гидроимпульсным приводом технологических машин вибрационного и ударно-вибрационного действия [Текст] / И. В. Коц, С. Б. Сторожук, Н. Н. Кутняк // XII Международная конференция «Стратегия качества в промышленности и образовании». Раздел: Качество в промышленности. София, Болгария, 2016. – 5 с.
2. Патент на корисну модель № 73079 U Україна, МПК₆ B28B 1/093. Ущільнювач ударно-вібраційної дії для формування жорстких бетонних сумішей / Коц І. В., Бадьора Н. П., Сторожук С.Б.; заявник і власник патенту Вінницький національний технічний університет – № u201202375; заявл. 28.02.2012; опубл. 10.09.2012, Бюл. № 17.

Доповідач: Сторожук Сергій Болеславович, аспірант кафедри інженерних систем в будівництві. Вінницький національний технічний університет, Вінниця, E-mail: storojuk.sb@i.ua;
Storoiuk Sergiy B. – Postgraduate student of the department engineering systems in construction, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia, E-mail: storojuk.sb@i.ua.

Особливості застосування електричних індукційних котлів в системах опалення та гарячого водопостачання

Вінницький національний технічний університет

Анотація

В даній роботі розглядається один з найбільш відомих альтернативних способів електричного нагріву - індукційний. А саме дослідження технічних аспектів з енергозбереження роботи індукційних котлових агрегатів, шляхом компенсації витрат на електроенергію, за рахунок використання альтернативного джерела енергії, а саме сонячної енергії.

Ключові слова:

опалення, індукційний котел, електропостачання, альтернативні джерела енергії, сонячні панелі

Abstract

In this paper we consider one of the best known alternative methods of electric heating - induction. Namely study the technical aspects of energy saving induction of boiler units, by compensating energy costs through the use of alternative energy sources such as solar energy.

Key words:

heating, energy saving, induction boiler, alternative energy, solar panels

На даний час питання економії і ефективного використання паливно-енергетичних ресурсів дуже актуальні. Електричні індукційні котли опалення позиціонуються як дуже економічні засоби обігріву житла. Дуже часто такі котли називають самим економічним видом опалення. І це твердження має вагомі підстави – адже таке опалення підходить для будь-якої площі приміщень.

В основу даної роботи покладено дослідження процесу роботи індукційних котлів, вивчення їх переваг та недоліків, встановлення можливості при їх застосуванні автоматизованого контролю за створенням оптимальних умов мікроклімату в приміщеннях.

В цій роботі розглядається один з найбільш відомих альтернативних способів електричного нагріву – індукційний, а саме дослідження технічних аспектів з енергозбереження шляхом оптимізації роботи індукційних котлових агрегатів. Таким чином, ставилась умова домогтися мінімально можливих витрат електроенергії на опалення приміщення.

Як відомо електричні котли індукційного типу застосовується як альтернативне джерело для отримання дешевого тепла в системах опалення квартир, офісів, котеджів, виробничих і побутових приміщень, припливної вентиляції, а також гарячого водопостачання для побутових і технологічних потреб.

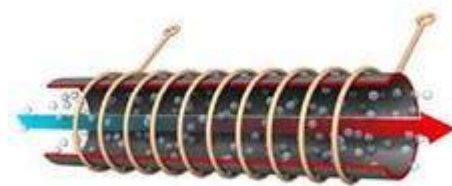


Рис. 1. Принципова схема роботи електричного індукційного котла

Сучасні електричні індукційні котли опалення (рис. 1) є універсальною основою будь-якої системи опалення, незважаючи на те, що працюють із застосуванням електричної енергії, яка в наш час недешева. Висока вартість енергоносія компенсується високим ККД до 97-99%.

Електричний індукційний котел в порівнянні з газовим не вимагає ніяких узгоджень із житлово-експлуатаційною конторою при установці, а якщо у будинку немає магістрального газу - то і немає більш простого і зручного способу опалення.

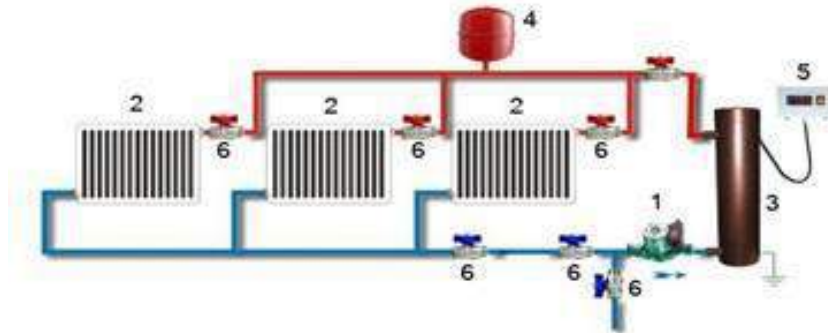


Рис. 2. Приклад системи опалення з використанням електричного котла індукційного типу

Слід також зауважити, що на відстані кількох метрів такий котел може створювати хвильові електромагнітні завади, а тому рекомендується детально обстежувати будівлі і споруди в яких буде встановлюватися котел.

Важливою умовою використання індукційного опалення є необхідність постійного джерела електричної енергії, перебої з постачанням електроенергії викличуть зупинку електричного обладнання. Рішенням цього питання стала можливість компенсувати витрати на електроенергію, за рахунок використання альтернативного джерела енергії, а саме сонячної енергії. Перевагами її використання є загальна доступність, невичерпність і повна безпека для навколишнього середовища.



Рис. 3. Комбінована система опалення із використанням сонячних панелей

Енергія Сонця характеризується значним запасом, який важко порівняти з будь-яким іншим видом енергії на Землі, і головне можливість користування у відкритій формі – без обмежень і ліцензій. Сонячні панелі перетворюють енергію сонця в електричну енергію. Сучасні пристрої є досить ефективними і можуть конкурувати з традиційними джерелами енергії. Застосування таких систем з моменту їх введення в експлуатацію дозволить значно скоротити рахунки за електричну традиційну енергію (рис.3).

Щоб отримувати від них достатньо енергії, потрібно об'єднати декілька панелей. Уже з площі в десять квадратних метрів можна отримати до 1 кВт електроенергії. А для середнього житлового будинку, цілком згодиться об'єднана панель з панелей, площею двадцять квадратних метрів. Вдень, особливо в літній період це джерело енергії цілком здатне забезпечувати весь будинок. Вдвічі більші розміри панелі дозволяють виробити із сонячної енергії майже 500 кВт електроенергії на місяць. Цього вистачить для системи опалення.

Висновок: встановлення електричного індукційного котла та сонячних панелей надасть можливість вирішити проблеми з перебоями електричної енергії та газом. При наявності у населення достатнього матеріального статку для встановлення таких систем є реальним через декілька років окупити систему таку комбіновану систему опалення.

Список використаної літератури

1. Газовое отопление частного дома: [Электронный ресурс]. - <http://egoryich.ru/463-gazovoe-otoplenie-chastnogo-doma.html>
2. Как выбрать и подключить насос к системе отопления: [Электронный ресурс]. - <http://all-for-teplo.ru/nasosy/kak-vybrat-i-podklyuchit-nasos-k-sisteme-otopleniya.html>
3. Солнечная энергия для отопления и водоснабжения: [Электронный ресурс]. - <http://www.peredelka.tv/articles/house/architecture-building/ecohouse/equipment/solnechnaya-energiya/>
4. Электрические индукционные котлы отопления и ГВС: [Электронный ресурс]. - <http://www.kstrategia.ru/products/kotly/indukcionnye-kotly/>

Аніпченко Анна Сергіївна, студентка, Вінницький національний технічний університет, м. Вінниця, anipchenko95@gmail.com

Науковий керівник: *Коц Іван Васильович*, кандидат технічних наук, професор, Вінницький національний технічний університет, м. Вінниця, ivkots@i.ua

Anipchenko Ann S., student, Vinnytsia National Technical University, Vinnitsa, anipchenko95@gmail.com

Supervisor: *Kots Ivan V.*, Ph.D., Professor, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsya, ivkots@i.ua

Теоретичні та експериментальні дослідження впливу вібрацій на зменшення сил тертя під час імпульсного насичення пористих матеріалів

Вінницький національний технічний університет

Анотація

Доповідь присвячена дослідженню впливу вібраційного навантаження на зменшення сил тертя під час імпульсного насичення рідинами пористих будівельних матеріалів.

Ключові слова: вібрації, сили тертя, просочувальні сили, сила Стокса, глибина насичення, пористі матеріали, капіляр.

Abstract

The report is devoted to investigation of influence of vibration loads to reduce friction forces when pulse saturation fluids porous building materials.

Keywords: vibration, friction force, penetrating power, strength Stokes, deep saturation, porous materials, capillary.

На основі аналітичного огляду [1–5] досліджень впливу вібраційного навантаження на рух потоку рідини та його взаємодію із силами тертя були сформульовані деякі пояснення щодо закономірностей перебігу даних процесів.

Під впливом вібраційного навантаження знижується динамічна в'язкість в приграничному шарі – місці взаємодії (контакту) потоку рідини зі стінкою твердого тіла. Як видно з формули 1, зниження динамічної в'язкості тягне за собою зниження густини рідини, що взаємодіє з твердим тілом

$$\rho = \frac{\mu}{\nu}, \quad (1)$$

де ρ – густина рідини;

μ – динамічна в'язкість рідини;

ν – кінематична в'язкість рідини.

Внаслідок зниження густини рідини в зонах контакту зі стінками відбувається значне зниження сили супротиву або сили тертя Стокса, що визначається для турбулентного руху таким рівнянням [6]

$$F_c = S \cdot k_c \cdot \frac{\rho \nu^2}{2}, \quad (2)$$

$$F_c = S \cdot k_c \cdot \frac{\mu / \nu \cdot \nu^2}{2}, \quad (3)$$

де S – площа контакту рідини з твердим тілом (поверхня супротиву);

k_c – коефіцієнт, що залежить від форми стінки;

ν – миттєва швидкість або постійна швидкість (коли прискорення дорівнює нулю).

Враховуючи те, що сила супротиву F_c представляє собою всі сили тертя, що діють на рідину, при її проникненні в капіляр, можна дійти до висновку, що зменшення сили супротиву призводить до збільшення сили тиску F_m в капілярі

$$F_m \propto F_c \quad (4)$$

Збільшення сили F_m збільшує ступінь стиснення залишкового повітря, яке міститься в середині капілярів. Це призводить до збільшення глибини проникнення рідини при застосуванні рівнозначної сили тиску F_m в порівнянні з насиченням без накладання вібрацій.

Метод падаючої кульки

Метою експериментального дослідження є виникнення потреби визначення в'язкості середовища для розроблення устаткування для насичення пористих матеріалів. Визначення технологічних та конструктивних параметрів даного устаткування потребує вивчення в'язкості технологічної рідини при різних режимах роботи устаткування.

Експериментальні дослідження з визначення в'язкості рідкого середовища проводилися методом падаючої кульки, так як він є найбільш простим для вимірювання в'язкості складних рідких середовищ. Використовувалися сталеві кульки діаметром 15 мм і щільністю матеріалу 7900 кг/м^3 .

Рідке середовище (водопровідна вода) поміщалося в скляну посудину – градуйований циліндр завдовжки 0,3 м і діаметром 50 мм. Скляний циліндр вертикально закріплений на вібраційній плиті. Пульсації створювались за допомогою гідравлічного клапана-пульсатора. Величина та амплітуда коливань вимірювались рідинним манометром.

Експеримент проводився у два етапи. Перший етап полягав у тому, що металеву кульку кидали з висоти краю циліндра, при цьому задачею було визначення часу падіння кульки.

На другому етапі металеву кульку кидали з тієї ж висоти, але при створенні вібраційних коливань, що передавались циліндру від металевієї плити та клапана-пульсатора.

В обох випадках падіння кульки фіксувалося відеозйомкою задля підвищення точності вимірювань часу падіння кульки.

За результатами експериментальних досліджень отримані такі дані: середнє значення тривалості падіння кульки для статичного способу 0,2678 с; середнє значення тривалості падіння кульки для статичного способу 0,2130 с.

Після проведення відповідних розрахунків, швидкість падіння кульки для статичного та вібраційного випробувань становить 1,12 м/с та 1,41 м/с відповідно.

Результати експериментальних даних дозволяють константувати приріст швидкості падіння кульки при накладанні вібраційних коливань, що складає 26%.

Розглянемо сили, що діють на кульку в момент падіння. На кульку, що падає в рідині, окрім сили ваги F_g , діють виштовхувальна сила або сила Архімеда F_A , сила внутрішнього тертя (супротиву) або сила Стокса F_c . При вертикальному падінні кульки напрямки виштовхувальної сили та сили супротиву співпадають, причому сила ваги направлена протилежно їм.

На основі другого закону Ньютона маємо вираз

$$F_g = F_c + F_A. \quad (5)$$

Якщо представити силу Архімеда як

$$F_A = \rho g V, \quad (6)$$

або для випадку з кулькою

$$F_A = \frac{4\pi r^3 \rho g}{3} \quad (7)$$

та силу ваги як $F_g = mg$, тоді у випадку з кулькою

$$F_g = \frac{4\pi r^3 \rho_k g}{3}, \quad (8)$$

де ρ – густина рідини, кг/м³;
 g – прискорення вільного падіння, м/с²;
 V – об'єм кульки, м³;
 r^3 – радіус кульки, м;
 m – маса кульки, кг;
 ρ_k – густина матеріалу кульки, кг/м³.

Враховуючи рівняння 3, що пов'язує силу супротиву і динамічну в'язкість, а також залежності 7, 8, запишемо видозмінений вираз 9

$$\frac{4\pi r^3 \rho_k g}{3} = S \cdot k_c \cdot \frac{\mu v^2}{2\nu} + \frac{4\pi r^3 \rho g}{3}. \quad (9)$$

Враховуючи те, що сила ваги та виштовхувальна сила в даному випадку не можуть змінюватись за час падіння кульки, при цьому, за результатами досліджень, при статичному та вібраційному випробуваннях тривалість падіння кульки відрізняється, можна стверджувати про зменшення сили супротиву F_c .

Насичення деревини статичним та гідроімпульсним способом

Метою дослідів було визначення впливу вібраційних коливань на глибину та швидкість насичення пористих матеріалів.

Для реалізації експерименту були виготовлені дерев'яні зразки циліндричної форми діаметром 24 мм та довжиною 38 мм. Матеріалом деревини була сосна щільністю 700 кг/м³.

Як і в досліді з падаючою кулькою, дослідження проводилось двома способами: статичним та гідроімпульсним. У першому випадку зразки деревини занурювали в ємність з просочувальним мастилом і витримували в ньому 48 год. В якості просочувальної рідини було використано мастило індустріальне І-20, яке є близьким за характеристиками просочувальних рідин. Після чого було проведено поперечний розріз зразків статичного насичення, результати якого зафіксовано фотознімками (див. рис. 1).



Рисунок 1 – Поперечний розріз зразків насичених статичним способом

За даними замірів глибина насичення з використанням статичного способу склала 5-7 мм.

В іншому випадку зразки деревини поміщали в просочувальну камеру в якій циклічно створювали імпульси тиску мастила. До складу стану для гідроімпульсного насичення входили: просочувальна камера, рідинний манометр (ГОСТ 8625-69, клас точності 1,6).

Під час проведення експерименту максимальний тиск становив 40 атм; амплітуда зміни тиску в межах 15 ... 20 атм; частота повторюваності імпульсів становила 2,8 Гц; тривалість періодичного імпульсного насичення 4 хв; час витримки під статичним тиском 16 год. Експеримент проводився при нормальних умовах.

Після завершення насичення, дерев'яні зразки було розрізано та виміряно глибину насичення (див. рис. 2).



Рисунок 2 – Поперечний розріз зразків насичених імпульсним способом

Як видно із світлини, просочувальний розчин майже повністю заповнив деревину. Глибина насичення при імпульсному випробуванні склала 10-12 мм, що приблизно в 1,8 разів більша від статичного насичення деревини.

На підставі результатів експерименту можна стверджувати про збільшення глибини проникнення рідини в пористий матеріал, а також про зменшення тривалості насичення при використанні циклічного гідроімпульсного способу.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Єрмолін В. Н., Деревянних Д.Н. / Підвищення проникності деревини рідини при змінному тискові. – Наукова стаття. – Сибірський державний технологічний університет, 1997 р.
2. Стеніна К. І. Інтенсифікація процесу просочення масивної деревини в автоклавах/ Стеніна К. І., Чиканцев П. С./ – УГЛТУ, Єкатеринбург, 2014. – 119 с.
3. Чудінов Б. С. «Вода в деревині» / Б. С. Чудінов – Новосибірськ: Видавництво «Наука». Сибірське відділення, 1984. – 263 с.
4. Ходаков Г.С. / Сверхтекучесть почвенной воды в капиллярной системе растений / Г. С. Ходаков // Российский химический журнал . – 15/06/2007. – Vol. 51, N 3 . – С. 172-176 .
5. Серговский П. С. Гидротермическая обработка и консервирование древесины / П. С. Серговский, А. И. Расев – М.: Лесн. пром-сть, 1987. – 400 с.
6. Говарікер В. Р. / Полімери: Переклад. з англ. / Говарікер В. Р., Вісванатхан, Шрідхар Дж. – М.: Наука, 1990. – 396 с.

Олег Олегович Горюн, аспірант кафедри інженерних систем в будівництві. Вінницький національний технічний університет, Вінниця, Email: olezhka94@gmail.com;

Науковий керівник: Іван Васильович Коц, кандидат технічних наук, професор кафедри інженерних систем в будівництві. Вінницький національний технічний університет, м. Вінниця. Email: ivkots@i.ua

Oleh O. Horiun – Postgraduate student of the department engineering systems in construction, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia, e-mail : olezhka94@gmail.com;

Supervisor: Ivan V. Kots – Ph. D. (Eng.), professor of the department of engineering in construction:, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia, Email: ivkots@i.ua

ОПАЛЕННЯ ІНДИВІДУАЛЬНОГО БУДИНКУ З ВИКОРИСТАННЯМ ЗРІДЖЕНОГО ВУГЛЕВОДНЕВОГО ГАЗУ

Вінницький національний технічний університет

Анотація. Досліджені світові тенденції використання скрапленого природного газу (СПГ). Наведені рекомендації та перспективи використання скрапленого природного газу для опалення.

Ключові слова: Опалення, природний газ, енергозбереження.

Abstract. Explored global trends using liquefied natural gas (LNG). Recommendations and prospects of liquefied natural gas for heating.

Keywords: Heating, natural gas, energy efficiency.

Значне технологічного відставання більшості галузей економіки від рівня розвинутих країн спричиняє високу енергоемність ВВП України. Проблема енергозабезпечення, і не тільки будівельної галузі, погіршується наявністю «тіньового» сектора в енергетичній галузі, залежністю від однієї країни - експортера вуглеводів протягом значного часу, заниженими показниками термічного опору існуючого житлового фонду, тимчасовою втратою територій, які багаті на вугілля та нафту та низкою інших причин.

Відомо, що будівлі в усьому світі є основними споживачами енергетичних ресурсів – 40-45%. За оцінками Державного агентства з енергоефективності та енергозбереження, на модернізацію житлового фонду України до 2020 року необхідно витратити близько 1 трлн. грн. Скорочення втрат теплової енергії в Україні внаслідок теплової санації будівель може скласти близько 41%.

За прогнозами Інституту газу Національної академії наук України у грошовому еквіваленті економія бюджетних коштів за рахунок модернізації житлового фонду країни може оцінюється на рівні 600 млрд грн. Зрозуміло, що одночасно, в умовах глибокої економічної кризи здійснити модернізацію житлового фонду країна не в змозі. Саме тому мають бути задіяні всі можливі напрямки енергозбереження.

Швидке зростання цін на електроенергію, природний газ, теплу і гарячу воду, яке відбувається і буде продовжуватись до 2018 року, ставить населення на межу виживання. Саме природний газ являється джерелом генерації теплової та електричної енергії.

Питання диверсифікації та пошук напрямків підвищення енергетичної ефективності сьогодні активно обговорюється світовою спільнотою і є надзвичайно актуальним для переважної більшості країн світу. Істотне виснаження джерел доступного природного палива і кінець ери дешевої вуглеводневої сировини роблять проблематичним стабільне енергозабезпечення багатьох країн світу в майбутньому, тим більше, що пік видобутку вуглеводів пройшли вже 54 з 65 країн-виробників нафти, на 2015-2020 рр. прогнозується її планетарний максимум [1].

Існує думка, що на зміну нафтової епохи йде епоха метану (природного газу). За даними зарубіжних аналітиків, в майбутньому газ поступово витіснить на другий план найбільш популярні енергоносії - нафту і вугілля, а до 2020 року його частка в загальному енергоспоживанні досягне 45-50%.

За даними Міжнародного Енергетичного Агентства (МЕА), людство щорічно споживає понад 3 трлн. м³ природного газу, прогнозується зростання попиту цього ресурсу до 4,5 трлн. м³ до 2035 року. Обсяг світового видобутку природного газу має зрости з 3,3 трлн м³ в 2010 році до 5,1 трлн м³ в 2035 році [2].

Для використання ЗВГ перетворюється в газоподібний стан на спеціальних регазифікаційних терміналах. Прискорений розвиток технологій виробництва і перевезки ЗВГ привів до суттєвого зменшення його вартості. Середня вартість його виробництва сьогодні становить \$250/т для базового заводу і \$175/т при розширенні потужності існуючих виробничих ліній.

ЗВГ отримується, як зріджений вуглеводневий газ або попутний нафтовий газ, в даний час є одним з найпопулярніших видів палива в світі, а ціна кіловат-години теплової енергії, що виділяється при його спалюванні, завжди нижче вартості не тільки електроенергії, а й енергії від спалювання дизельного палива, кам'яного вугілля. За кордоном вартість автономного опалення ЗВГ порівнянна з вартістю опалення магістральним природним газом - метаном.

До ЗВГ відносяться вуглеводні гази, які при нормальних умовах перебувають в газоподібному стані, а при відносно невеликому підвищенні тиску (без зниження температури) переходять в рідкий стан. При зниженні тиску ці вуглеводневі рідини випаровуються і переходять в парову фазу. Це дозволяє перевозити і зберігати зріджені вуглеводні гази зі зручностями, характерними для рідин і контролювати, регулювати і спалювати зі зручностями для природних та інших горючих газів.

ЗВГ зберігають і перевозять під тиском до 1,6 МПа (16 атмосфер) в спеціально призначених резервуарах. До їх складу входять вуглеводні з кількістю вуглецевих атомів в молекулі C_2-C_5 : етан (C_2H_6), пропан (C_3H_8), бутан (C_4H_{10}), що має два ізомери - нормальний бутан і ізобутан, пентан (C_5H_{12}). Кількість пропану і бутану в загальному складі вироблених (ЗВГ) завжди є переважаючим: не менше 95%. Різні співвідношення компонентів ЗВГ дає можливість отримати газ з завчасно розрахованою теплотою згорання відповідно до умов використання. Для комунально-побутових потреб випускаються і реалізуються три його марки:

- СПБТЗ - суміш пропану і бутану технічна зимова (до 70% пропану);
- СПБТЛ - суміш пропану і бутану технічна річна (до 70% бутану);
- БТ - бутан технічний (96-98% бутану).

ЗВГ виготовляється в різних співвідношеннях, про що свідчить маркування (класифікація згідно ГОСТ 20448-90):

- ПТ (пропан технічний) - це зріджений газ з понад 75% пропану.
- БТ (бутан технічний) - суміш, де бутан становить понад 30%.
- СПБТ (суміш пропану і бутану технічних) - містить бутан від 25 до 60%.

При цьому вагомий нішу в опаленні малоповерхового житла в перспективі, по аналогії з іншими країнами, в Україні має зайняти «жирний» ЗВГ, який є досить поширеним енергетичним ресурсом в світі.

Враховуючи те, що світові темпи приросту споживання СПГ являються одними з найдинамічніших в енергетичній галузі - 10% в рік, тоді як звичайного (трубопровідного) - тільки на 2,4% Україна при диверсифікації джерел енергопостачання в умовах економічної та політичної нестабільності має будувати свою енергетичну політику з врахуванням світових тенденцій з можливістю виходу на світові ринки СНГ.

На часі розробка та реалізації державних програм «зеленої економіки», «зеленого» будівництва. Будівництво нових «зелених будинків і переоснащення існуючих будівель з високим енерго- і ресурсоспоживанням дозволить мінімізувати рівень споживання ними енергетичних і матеріальних ресурсів протягом всього життєвого циклу їх експлуатації, добитися комфорту внутрішнього середовища та мінімізувати викиди парникових газів.

З врахуванням вже розвіданих запасів природного газу, за умови термомодернізації існуючого житлового фонду, створення привабливої інвестиційної політики Україна має всі можливості обмежити обсяги його імпорту а в перспективі і відмовитись від нього.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Габриель И., Ладенер Х. Реконструкция зданий по стандартам энергоэффективного дома: пер. с нем. / науч. ред. д-р. техн. наук, проф. Г. М. Бадьин. СПб.: БХВ-Петербург, 2011. 480 с.
2. Сердюк В.Р. Роль та місце газової складової в енергетичному забезпеченні економіки України / В.Р. Сердюк, С. Ю. Франишина // Торгівля і ринок України: зб. наук. праць. Вип. 26, т.1. —Донецьк: Дон НУЕТ, 2008. — С.143-150.

Автор: Дишкант Надія Олегівна – студентка, Вінницький національний технічний університет, Вінниця.
E-mail: nadya_dyshkant@mail.ru

Науковий керівник: Сердюк Василь Романович – доктор технічних наук, професор, завідувач кафедри інженерних систем у будівництві. Вінницький національний технічний університет, Вінниця.
E-mail: modser@i.ua

Autor: Nadiya O. Dushkant – student, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia e-mail: nadya_dyshkant@mail.ru

Supervisor: Serdyuk R. Vasyli – Dr. of Science, Professor, Head of chair of the Systems Engineering in construction. Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia. E-mail: modser@i.ua

Підвищення енергоефективності системи газопостачання за рахунок утилізації вторинних енергетичних ресурсів

Вінницький національний технічний університет

Анотація

В цій статті розкрито тему підвищення енергоефективності системи газопостачання за рахунок утилізації вторинних енергетичних ресурсів. Охарактеризовано світове споживання первинних та перспективи впровадження вторинних енергетичних ресурсів. Розглянуто загальну характеристику вторинного енергетичного ресурсу та його класифікацію. Описано чотири основних напрямки використання вторинних енергетичних ресурсів.

Ключові слова: вторинні енергетичні ресурси, нетрадиційні і відновлювані джерела енергії, детендерно газові агрегати, газотурбінна установка.

Abstract

This article deals with the topic of energy efficiency supply systems through the utilization of secondary energy resources. Characterized global consumption of primary and prospects of secondary energy resources. The general characteristics of the secondary energy resource and its classification. We describe four main areas of secondary energy resources.

Keywords: secondary energy resources, alternative and renewable energy sources, gas units, turbine installations.

За даними British Petroleum [1] світове споживання первинної енергії в 2014 році збільшилось на 0,9 %, що помітно нижче в порівнянні з 2013 р. (+2,0%) і значно нижче 10-річного середнього збільшення на 2,1%.

Частка світового виробництва електроенергії з використанням відновлюваних джерел енергії складала в 2014 р. 6%, а використання відновлюваних джерел енергії для виробництва електроенергії і в сфері транспорту в 2014 р. досягнуло 3% світового споживання енергії. Використання енергії вітру зросло на 10,2%, сонячної енергії – на 38,2%, виробництво біопалива – на 7,4%. Китай показав найбільший приріст відновлюваних джерел енергії у виробництві електроенергії (+15,1%).

Основним джерелом надходження в атмосферу парникових газів є традиційна енергетика. Заміщення частини традиційної енергетики можливе не тільки нетрадиційними і відновлюваними джерелами енергії (НВДЕ), але і більш повним використанням вторинних енергетичних ресурсів.

Вторинний енергетичний ресурс (ВЕР) – це енергетичний ресурс, що отриманий у вигляді відходів виробництва і споживання або побічних продуктів в результаті здійснення технологічного процесу або використання обладнання, функціональне призначення якого не пов'язане з виробництвом відповідного виду енергетичного ресурсу.

Вторинні енергетичні ресурси класифікують за трьома видами: горючі, теплові і надлишкового тиску (таблиця 1).

Вид ВЕР	Продукти ВЕР	Енергетичний потенціал
Горючі	Тверді, рідкі, газоподібні відходи	Нижча теплота згорання
Теплові	Відхідні гази, охолоджуюча вода, відходи виробництв, проміжні продукти, готова продукція, відпрацьована і попутна пара	Ентальпія
Надлишкового тиску	Гази з надлишковим тиском, пара низького тиску	Робота ізоентропного розширення

Для найбільш повного виявлення і ефективного використання вторинних енергоресурсів на кожному діючому підприємстві повинен бути забезпечений облік усіх ВЕР що виникають і можливих напрямків їх використання і способів утилізації.

Широке впровадження НВДЕ і ВЕР як основного інструменту енергозбереження пов'язане головним чином з вичерпними запасами первинних природних вуглеводневих ресурсів, а також з підвищеним споживанням промисловістю природних ресурсів.

Впровадження нетрадиційної енергетики і використання НВДЕ і альтернативних видів палива потребує прискіпливого пророблення, оцінки наявності цих джерел і вартості впровадження.

Не дивлячись на величезні потенціали ВДЕ використання ВЕР має більш привабливі перспективи. Вихід ВЕР передбачуваний на основі технічних характеристик і даних експлуатації установок – джерел ВЕР, капітальні затрати на установки по утилізації ВЕР значно нижчі і собівартість енергоресурсів, що отримані в цих установках нижче встановлених тарифів.

Великі ресурси енергозбереження є в газовій промисловості. Одним із самих енергоємних напрямків в газовій промисловості є магістральне транспортування газу.

Газотранспортна система (ГТС) України – одна з найбільших у світі газотранспортних систем. Вона виконує дві основні функції: забезпечення природним газом внутрішніх споживачів, а також транзит природного газу через територію України у країни Західної та центральної Європи [2].

Параметри ГТС України станом на березень 2009 [3]:

Довжина газопроводів, всього 37,0 тис. км, у тому числі:

- магістральних газопроводів 22,2 тис. км. в т.ч. діаметром 1020 – 1420 мм 14,0 тис. км.
- газопроводів –відводів 14,8 тис. км.

Пропускна здатність газотранспортної системи

- на вході 288 млрд куб. м на рік,
- на виході 178, 5 млрд куб. м на рік, в тому числі у країни Європи 142,5 млрд куб. м на рік, до Молдови 3,5 млрд куб. м [4].

Кількість компресорних станцій 72 шт.

Кількість компресорних цехів 110 шт.

Кількість газоперекачувальних агрегатів 702 шт.

Потужність компресорних станцій 5442,9 МВт.

Кількість підземних сховищ газу (ПСГ) 13 шт.

Загальна активна місткість ПСГ 31 млрд куб. м.

Кількість газорозподільчих станцій 1437 шт.

Газотранспортна система включає також під'їзні шляхи, захисні споруди тощо.

Розрізняють чотири основних напрямки використання ВЕР:

-горюче – безпосереднє використання горючих ВЕР як палива в енергогенеруючих або в тих що використовують паливо установках;

-теплове – використання енергоносіїв, що виробляються за рахунок ВЕР в утилізаційних установках або які отримуються безпосередньо як ВЕР, для забезпечення потреби в тепловій енергії;

- силове – використання ВЕР надлишкового тиску з перетворенням енергоносія для отримання електроенергії в газових або парових турбоагрегатах або використання їх для приводу окремих агрегатів і установок;

-комбіноване – перетворення потенціалу ВЕР для вироблення електро- і теплової енергії в утилізаційних установках, що працюють по теплофікаційному циклу.

При визначенні потенціалу ВЕР необхідно враховувати їх параметри, можливі напрямки і методи утилізації, техніко-економічні показники утилізаційного обладнання, а також перспективність і доцільність використання ВЕР для вироблення окремого виду енергії.

Безперечно, необхідне створення серйозної законодавчої бази, яка буде передбачати заохочення за скорочення споживання ТЕР і запровадження в паливно-енергетичний баланс ВЕР і НВДЕ.

Найбільший потенціал ВЕР з рівномірним виходом можливо отримати на станціях зі значною величиною витрати газу при незначному її сезонному коливанні і з достатньо великим перепадом тиску. Таке спостерігається, коли продуктивність ГРС визначається не опалювальною, а яким-небудь технологічним навантаженням, наприклад ТЕЦ – для спільного вироблення теплової та електричної енергії, або завод, який споживає велику кількість газу для безперервних технологічних потреб.

В світі на сьогодні функціонує більше двохсот установок з ДГА. В залежності від схеми, при застосуванні ДГА може вироблятися тільки електроенергія, або крім цього холод і скраплений природний газ.

Для застосування в схемах утилізації надлишкового тиску газу можуть використовуватися поршневі, ротаційні, гвинтові і турбінні типи детендерів.

Експлуатація ДГА і газопроводів при низьких температурах після ДГА не припустима. Виходячи з цього, можна зробити висновок, що у всіх випадках використання ДГА на ГРС необхідно газ підігрівати, якщо немає необхідності в отриманні холоду.

Відношення потенціалів вторинних енергоресурсів наведено на рисунку.

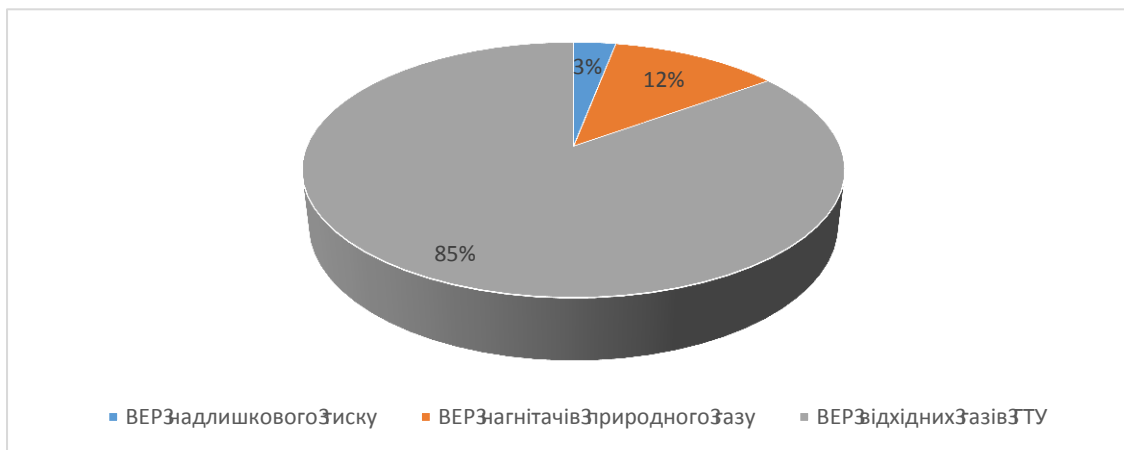


Рисунок – Відношення валових потенціалів ВЕР, т.у.п.

Висновок: За рахунок вторинних енергетичних ресурсів можна підвищити енергоефективність системи газопостачання. Використовуючи ДГА і інші схожі установки можна перетворити надлишковий тиск газу в електричну енергію, енергію холоду. Також можна зберегти теплову енергію і застосувати її в корисних цілях.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. BP: 2014 in review: <http://www.bp.com/en/global/corporate/energyeconomics/statistical-review-of-world-energy/2014-in-review.html>.
2. Довідка УНІАН. Газотранспортна система України – [Електронний ресурс] – Режим доступу: <https://www.unian.ua>
3. Інтернет-видання «Енергоресурс»: Газотранспортна система України – [Електронний ресурс] – Режим доступу: <http://energetyka.com.ua/slovarterminov/162-gts-ukrajini>
4. Всеукраїнська громадська організація «Національна газова спілка України»: Схеми газотранспортної системи України – [Електронний ресурс] – Режим доступу: <http://gasunion.org.ua/sxemi-gazotransportno%D1%97-sistemi.html>
5. Гатаулина А.Р. Повышение энергоэффективности системы газоснабжения за счет утилизации вторичных энергетических ресурсов: дис. ...кандидата технических наук: 2016 /Гатаулина Алина Рудольфовна. – Уфа, 2016. – 184 с.

Автор доповіді: *Жара Ольга Борисівна* – студентка, Вінницький національний технічний університет, м. Вінниця, E-mail: bodkjee@gmail.com

Науковий керівник: *Коц Іван Васильович* – кандидат технічних наук, професор кафедри інженерних систем у будівництві, Україна, м. Вінниця, Вінницький національний технічний університет, Email: ivkots@i.ua

The report: *Zhara Olha B.* – student, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia, E-mail: bodkjee@gmail.com

Supervisor: *Kots Ivan V.* — Ph. D. (Eng.), professor of the department of engineering in construction, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia, E-mail: ivkots@i.ua

Аналіз оптимальних пилоочисних процесів та обладнання

Вінницький національний технічний університет

Анотація

В даній доповіді розглядаються процеси пиловловлювання в апаратах, що поєднують принципи дії різних пиловловлювачів. Для трьох обраних конструкцій відомих пиловловлювачів визначені основні показники роботи – ефективність очищення і гідравлічний опір – і досліджений вплив на їх величину режимних і конструкційних параметрів. Проаналізовані математичні моделі процесів сепарації в цих апаратах, які дозволяють визначити їх ефективність і оцінити доцільність застосування у виробничих умовах.

Ключові слова: пилоочищення; жалюзійно-вихровий пиловловлювач (ЖВП); батарейний циклон з жалюзійними елементами (БЦЖЕ); циклон зі ступеневим відведенням пилу (ЦВП).

Abstract

In this report discusses the processes in dust collection devices that combine principles of various dust collectors. For the three selected designs known dust collectors defines the basic indicators of work - cleaning efficiency and hydraulic resistance - and investigated their effect on the value of operating and design parameters. Analyzed mathematical models of processes in these separation apparatus that can determine their effectiveness and to assess the feasibility of in a production environment.

Keywords: dust cleaning; louver-vortex dust collector; louver elements multicyclone; multistage dust removal cyclone.

Використання потенційних можливостей сучасних пилоочисних апаратів і схем пилоочищення, спрощення проблем в реалізації таких можливостей, тобто, створення нового високоефективного пилоочисного обладнання з незначними енерго- та металовитратами є актуальною проблемою сучасності. Серед можливих шляхів вдосконалення обладнання для очищення газів від пилу, як один із найбільш перспективних слід відмітити створення пиловловлювачів, в яких поєднані принципи дії декількох апаратів. Завдяки цьому вдасться не лише підвищити ступінь очищення, але й зменшити виробничі площі, які займає пилоочисне обладнання, скоротити енергетичні затрати на процес очищення і, таким чином, знизити вартість очищення в порівнянні з використанням традиційних декількох окремих апаратів, принципи дії яких поєднані в цьому обладнанні.

Результати дослідження

На підставі детального вивчення закономірностей інерційної сепарації твердих частинок із пилогазових потоків у криволінійних каналах, а також сепарації частинок при їх проходженні через жалюзійну ґратку були встановлені та обґрунтовані наукові положення, сукупність яких засвідчує нові якісні результати в галузі аналогічних процесів стосовно обладнання в хімічній, харчовій та інших суміжних галузях різних технологій, які розв'язують важливу науково-прикладну проблему створення високоефективних пиловловлюючих апаратів для зменшення шкідливих викидів виробничої діяльності на навколишнє середовище і здоров'я працівників [1-5]. Вирішення цієї проблеми дає змогу проводити очищення промислових і вентиляційних пилогазових потоків з вищою ефективністю і меншими енергетичними затратами.

З врахуванням особливостей принципів дії і конструкцій відцентрових і жалюзійних пиловловлювачів, ставлячи за мету усунути в апараті, що створюється, найхарактерніші недоліки існуючих подібних апаратів, були встановлені найбільш характерні три конструкції відцентрово-інерційних пиловловлювачів з жалюзійним відводом повітря: жалюзійно-вихровий пиловловлювач (ЖВП), батарейний циклон з жалюзійними елементами, циклон з ступеневим відведенням пилу.

За результатами вивчення комплексу порівняльних експериментальних досліджень за рекомендованою для такого класу пилоочисного обладнання методикою визначені основні технічні

показники нових створених пиловловлювачів – гідравлічний опір і ефективність пиловловлювання – і встановлені залежності їх від режимних і конструкційних параметрів. Визначені діапазони оптимальних значень цих параметрів, при яких досягається найвища ефективність пиловловлювання при помірному гідравлічному опорі. Коефіцієнти гідравлічного опору пиловловлювачів ξ складають: жалюзійно-вихровий пиловловлювач (при швидкості в поперечному перерізі (плані) $w=3,7$ м/с) $\xi=132$; батарейний циклон з жалюзійними елементами ($w=3,5$ м/с) $\xi=102$ (із закручуючи ми апаратами типу “розетка”) і $\xi=68$ (із закручуючими апаратами типу “гвинт”); циклон зі ступеневим відведенням пилу ($w=3,5$ м/с): $\xi=115$ (діаметр апарата $D=0,4$ м) і $\xi=107$ (діаметр апарата $D=0,1$ м). Аналіз ряду досліджень показав, що ефективність пиловловлення η на стандартному кварцовому піску густиною $\rho=2650$ кг/м³ з медіанним діаметром $\delta_{50}=8$ мкм відповідно складає: ЖВП (діаметр апарата $D=0,16$ м) $\eta=96\%$; батарейний циклон з жалюзійними елементами (діаметр елемента $D=0,1$ м) $\eta=93\%$ (із закручуючими апаратами типу “розетка”), 91% (із закручуючими апаратами типу “гвинт”); циклон зі ступеневим відведенням пилу: $\eta=95\%$ (діаметр апарата $D=0,4$ м) і $\eta=96\%$ (діаметр апарата $D=0,1$ м) [1].

Результати досліджень сучасних новітніх розробок і досліджень свідчать, що обраний шлях поєднання в одному апараті кращих властивостей із окремих апаратів комплексу відомого пилоочисного обладнання сприятиме вдосконалення пилоочисного обладнання, а саме поєднанню принципів відцентрового і жалюзійного розділення, що є доцільним і економічно вигідним.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Куц В. П. Науково-практичні основи створення високоефективного пилоочисного обладнання комбінованої дії: Дис... док. тех. наук: 05.17.08.-К., 2015.-379 с.
2. Гудим, Л. И. Очистка промышленных газов и воздуха от пыли [Текст] / М.: МГТУ им. А.Н. Косыгина, 2010. – 116 с.
3. Ciliberti, D. F. Fine dust selection in a rotary blou cyclone [Текст] / D. F. Ciliberti, B. W. Lankaster // Chem. Eng. Sei. – 1976. – V.6. – P.31.
4. Calvest S. Venturi Scrubber Performance / S. Calvest, D. Lundgren // J. Air Pollution Control Association. 1972. Vol. 22. №7. – P. 529-532.
5. Коузов П.А. Очистка от пыли газов и воздуха в химической промышленности / П.А.Коузов, А.Д.Мальгин, Г.М. Скрыгин. – Л.: Химия, 1982. – 234 с.

Автор доповіді: *Вадим В'ячеславович Лучков* – студент, Вінницький національний технічний університет, м. Вінниця, E-mail: VadimLuchkov777@gmail.com

Науковий керівник: *Іван Васильович Коц* – кандидат технічних наук, професор кафедри інженерних систем у будівництві, Україна, м. Вінниця, Вінницький національний технічний університет, Email: ivkots@i.ua

The report: *Vadym V. Luchkov* – student, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia, E-mail: VadimLuchkov777@gmail.com

Supervisor: *Ivan V. Kots* – Ph. D. (Eng.), professor of the department of engineering in construction, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia, Email: ivkots@i.ua

Удосконалення методів розрахунку теплового навантаження на системи опалення і вентиляції з врахуванням впливу теплотехнічних неоднорідностей огорожувальних конструкцій будівель

Вінницький національний технічний університет

Анотація

У даній роботі розглянуто загальні методи розрахунку теплового навантаження на системи опалення та вентиляції з урахуванням неоднорідностей огорожувальних конструкцій та наведено приклад розрахунку теплового навантаження для неоднорідних конструкцій.

Ключові слова

Теплове навантаження, теплотехнічна неоднорідність конструкцій.

Abstract

In this paper, the common methods for calculating the thermal load on the heating and ventilation systems, taking into account irregularities walling and an example of calculating the heat load for heterogeneous designs.

Keywords

Thermal load, thermo heterogeneity designs.

Теплотехнічний розрахунок - це розрахунок споживання тепла на опалення та вентиляцію, необхідного для створення комфортних умов проживання в приміщеннях. При теплотехнічному розрахунку враховується зазвичай безліч факторів, які можуть вплинути на втрати тепла. До таких факторів належать конструктивні особливості будівлі, крім них на втрати тепла впливають використовувані матеріали для будівництва та оздоблення будівлі, розташування будівлі відносно сторін світу і переважаючих вітрів, температурні особливості регіону будівництва та інші будівельні рішення, що були застосовані в зведенні будівлі. Вплив теплотехнічних неоднорідностей на теплофізичні властивості сучасних огорожувальних конструкцій є досить істотними [1].

В ході проведення випробувань за визначенням фактичних теплотехнічних параметрів зовнішніх огорожувальних конструкцій будівель виконують вимірювання величин, які характеризують теплопередачу через стіни, покриття та вікна обстежуваної будівлі: інструментальну реєстрацію температур внутрішнього і зовнішнього повітря, температури поверхонь фрагментів огорожувальних конструкцій, а також величин теплових потоків через фрагменти огорож. Реєстрацію зазначених параметрів здійснюється як правило з інтервалом у п'ять хвилин.

В результаті проведення випробувань визначають середні значення вимірюваних параметрів досліджених фрагментів. Для підвищення точності вимірювань кожен випробовуваний фрагмент розбивається на зони, у центрі яких встановлюються датчики теплового потоку та температури. Крім того, результати випробувань фрагментів конструкцій, розбитих на зони довільним чином, можуть і недооцінити теплозахисні властивості огорож: якщо у вибрані зони теплопровідні включення потраплять більш концентровано.

Щоб підвищити точність натурного визначення наведеного опору теплопередачі, можна запропонувати такий метод експериментального визначення теплозахисних властивостей конструкцій, при якому фрагмент цієї конструкції розбивається на зони відповідно до плоских, лінійних і точкових елементів, що входять до складу вибраного фрагмента. При цьому інтегрування теплового потоку через різні елементи розглянутого фрагмента має враховувати наявність теплопровідних включень пропорційно всій геометричній характеристиці i -того фрагментана площі A_i . В такому випадку, для визначення приведенного опору теплопередачі необхідно визначити склад конструкції, а саме з врахуванням видів плоских, лінійних і точкових теплопровідних елементів у відповідності з [2]. При використанні елементного підходу для поділу випробовуваного фрагмента

конструкції на зони слід врахувати той факт, що деякі точкові елементи, такі як стінові та покрівельні тарілчасті анкери, кронштейни вентиляованих фасадів, можуть бути розподілені за конструкціями або частинами конструкцій рівномірно, що надасть можливість наближено провести їх облік при визначенні коефіцієнта теплопередачі через плоскі елементи конструкції.

У загальному випадку, для лінійних і точкових теплопровідних включень слід провести вимірювання, що дозволяють визначити їх теплотехнічні властивості - питомі потоки теплоти через ці включення. Для плоских елементів, вимірювання традиційні і зводяться до визначення середнього опору теплопередачі конструкцій R_c .

Тепловий потік, що проходить через фрагмент захисної конструкції відповідно до розбивки по зонам, формула 1[3]:

$$q = \frac{\sum_{i=1}^n q_i \cdot S_i}{\sum_{i=1}^n S_i} = \frac{\sum_{i=1}^n [q_1 \cdot S_1 + q_2 \cdot S_2 + q_3 \cdot S_3 + \dots + q_n \cdot S_n]}{\sum_{i=1}^n S_i} \quad (1)$$

де, q_i - тепловий потік i -того фрагменту, Вт,

S_i - площа i -того фрагменту, м².

Тоді, середній опір теплопередачі фрагмента огорожувальної конструкції може бути визначено за формулою 2:

$$R_c = \frac{T_2 - T_1}{q}, \text{ К/Вт} \quad (2)$$

де, T_2 - температура початку ділянки, К;

T_1 - температура кінця ділянки, К;

q - тепловий потік, Вт.

Висновок: Для точного розрахунку тепловитрат будівлі необхідно враховувати усі неоднорідності захисних конструкцій, для чого і використовують даний експериментальний метод визначення теплових потоків через неоднорідності конструкцій, який надає нам більш точні дані для розрахунку систем опалення та вентиляції будівель.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Неклюдов О.Ю. Совершенствование методов расчета тепловой нагрузки на системы отопления и вентиляции с учетом влияния теплотехнических неоднородностей оболочки здания, Москва, 2016. – 216 с.
2. ДБН В.2.6-31:2006 ТЕПЛОВА ІЗОЛЯЦІЯ БУДІВЕЛЬ К. Київ /Мінрегіон України/, 2013. – 54 с.
3. https://uk.wikipedia.org/wiki/Термічний_опір [Електронний режим доступу].

Автор доповіді: *Григоренко Тетяна Юріївна* – студентка, Вінницький національний технічний університет, м. Вінниця, E-mail: babich3353@gmail.com

Науковий керівник: *Коц Іван Васильович* – кандидат технічних наук, професор кафедри інженерних систем у будівництві, Україна, м. Вінниця, Вінницький національний технічний університет, Email: ivkots@i.ua

The report: *Grigorenko Tatiana Yu.* – student, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia, E-mail : babich3353@gmail.com

Supervisor: *Kots Ivan V.* — Ph. D. (Eng.), professor of the department of engineering in construction, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia, Email: ivkots@i.ua

Засоби і способи створення мікроклімату в сховищах з біологічно активною продукцією

Вінницький національний технічний університет

Анотація

В цій статті розглянуто засоби і способи створення мікроклімату в сховищах з біологічно активною продукцією. Наведено основні функції систем мікроклімату, перелічено основні фактори, що впливають на збереження сільськогосподарської продукції, описано технології та системи зберігання такої продукції.

Ключові слова: мікроклімат, сховище, біологічно активна продукція, функції систем мікроклімату, технологія зберігання, система зберігання.

Abstract

In this article the ways and means of creating a microclimate in storage of biologically active products. The basic features of the microclimate, are the main factors affecting the conservation of agricultural products, the technology and the storage of such products.

Keywords: microclimate, storage, dietary products, features of the microclimate, storage technology, storage system.

Втрати сільськогосподарської продукції при зберіганні досить значні: за даними Міжнародної організації у справах продовольства і сільського господарства при Організації Об'єднаних Націй – 6-10% і більше. Один із шляхів їхнього зменшення – застосування пестицидів (фумігантів) для пригнічення життєдіяльності шкідників, комах і мікроорганізмів.

Проте гази-фуміганти за своєю природою досить небезпечні і потребують жорсткого контролю на всіх стадіях їх виробництва, зберігання і використання.

На сьогодні вивчено консервуючу здатність майже ста різних видів консервантів. Широке застосування деяких із них спонукає до ретельнішого й глибшого їх вивчення. Тому поступово зростає стурбованість суспільства щодо надмірного і безконтрольного використання хімічних препаратів[1].

Отже потрібно звернути увагу на інші способи для підвищення ефективності зберігання органічної продукції.

На світовому ринку існують сотні технологій зберігання сільськогосподарської продукції, та всі вони зводяться до одного – підтримання в сховищі ідеального мікроклімату, який дозволяє зберігати свіжість, товарний вигляд і корисні властивості. Для цього використовуються ультрасучасні системи вентиляції, опалювальне та холодильне обладнання. Автоматика керує процесом, забезпечує автономну і безперебійну роботу. Наявність датчиків температури і вологості дає можливість відслідковувати оптимальні умови складування сільськогосподарської продукції, наявність контролерів і виконавчих механізмів – підтримувати показники температури і вологості в сховищі. Дані задаються виходячи з виду сільськогосподарської продукції, яка зберігається на складі, оскільки для різних видів продукції потрібні різні температурні діапазони.

Основні функції систем мікроклімату:

- контроль вологості (оптимізує вологість в сховищі виходячи з виду сільськогосподарської продукції);
- охолодження – зберігання (холодильне обладнання, система охолодження дозволяє поступово охолоджувати продукцію, не завдаючи їй шкоди і підготовлюючи її до довготривалого зберігання);

- вентилявання (розподіляє внутрішнє повітря по сховищу, забезпечує однорідність повітряної маси в кожному куточку об'єкта);
- контроль CO_2 (вентиляція повітрям з вулиці знижує рівень вуглекислого газу);
- контроль конденсату (запобігає утворенню конденсату)[2].

Збереження сільськогосподарської продукції залежить від наступних факторів:

- Температура. Оптимальний рівень температури для зберігання плодовоовочевих культур складає $0...+10^\circ\text{C}$. Дані показники варіюються в залежності від типу продукції ($-1...+0,5^\circ\text{C}$ для капусти, $+2...+4^\circ\text{C}$ для картоплі, $-3...0^\circ\text{C}$ для цибулі, $-1...+1^\circ\text{C}$ для моркви і т. д.). Оптимальна вологість повітря для основних культур 80 – 85 %.
- Вміст газів в повітрі початково складає 21% кисню, 78% азоту і 0,03% вуглекислого газу. В процесі зберігання відбувається природний дихальний обмін овочів. В результаті в повітрі знижується вміст кисню і відбувається збільшення рівня вуглекислого газу. Ці зміни сповільнюють процес досягання культур, їх окиснення, розвиток фізіологічних хвороб. Для кращого збереження овочів слід постійно регулювати дані показники шляхом періодичного охолодження овочесховищ.
- Способи зберігання (насіпом і в контейнерах). Перший метод набагато дешевший, так як для зберігання не потрібно додаткового обладнання. Але при його використанні в процесі експлуатації може бути пошкоджена структура плодів, яка приведе до їх псування. Окрім цього, зовнішні стіни овочесховища повинні мати підвищену стійкість, щоб витримати боковий тиск. Контейнерний спосіб передбачає складування овочів в спеціально призначеній для цього тарі. Завдяки їй, забезпечується хороший доступ кисню до овочів. Недоліки такого способу – висока вартість тари і необхідність додаткового місця для складування пустих контейнерів.

Розрізняють три основні технології зберігання плодів в овочесховищах:

- Зберігання в Регульованій Атмосфері (РА) – передбачає використання генераторів сухого льоду або азоту для створення оптимального вмісту кисню і вуглекислого газу в герметичних камерах зберігання.
- Упаковка в Модифікованій Атмосфері. В даному випадку використовується поліетиленова упаковка, яка або спершу наповнюється газом в необхідній концентрації. Такий самий ефект досягається при упакуванні ще теплого продукту в вакуумну поліетиленову упаковку з подальшим його охолодженням. Якщо оптимальні умови зберігання передбачають високу концентрацію оксиду вуглецю, то використовується перфорована упаковка.
- Гіпобаричне зберігання – створення зниженого атмосферного тиску для сповільнення процесу дозрівання овочів. Використовується він як додатковий засіб при охолодженні, по своїй функціональності його можна порівняти з технологією зберігання в Регульованій Атмосфері [3].

Системи зберігання поділяють на:

- Зберігання в кагатах (насіпом). При даній системі зберігання існує декілька рішень для зберігання продукції в кагатах :а) вентиляція з напівкруглими каналами; б) підпільна вентиляція із решітчастою підлогою або каналами. Використовуючи повітряні канали, завдяки їх поступовому звуженню досягається рівномірне поширення повітря по всій товщі (кагату) продукції. Відстань між каналами дорівнює висоті кагату для забезпечення оптимального поширення повітря.. Перевагами повітряних каналів є простота їх монтажу та обслуговування. При використанні підпільної вентиляції, повністю решітчаста підлога сприяє більш оптимальному поширенню повітря усередині продукції. Така система потребує більших витрат в порівнянні з іншими системами. Основною перевагою підпільної вентиляції є оптимальний розподіл повітря по всій товщі продукції.
- Сушильна стіна. У даній системі зберігання повітря примусово продувається через продукцію. Це дає можливість швидко й ефективно просушити й охолодити продукцію

всередині контейнера. Основними умовами для ефективної роботи такої системи є: а) обмежена кількість контейнерів у ряді до 10 – 12 штук; б) використання однакових контейнерів із закритими боками; в) надійна конструкція камери тиску із системою поділу потоку повітря. Перевагами сушильної стіни є: а) роздільне зберігання продукції різних сортів і фракцій; б) регульована інтенсивність потоку повітря; в) ефективне висушування й охолодження продукції; г) потреба в меншій кількості електроенергії завдяки меншому часу роботи вентиляторів.

- Повітрозмішувальні блоки. Повітря всмоктується в сховище за допомогою вентилятора через впускну заслінку, проходить над контейнерами до протилежної стіни, опускається вниз і крізь контейнери проходить у зворотному напрямку, де видаляється назовні через випускні заслінки. Перевагами такої системи є: регулювання температурного режиму за рахунок підмішування зовнішнього повітря, невеликі витрати на обслуговування, низькі вимоги до потужності завдяки невисокому зворотному тиску повітря, можливість встановлення додаткового механічного охолодження.
- Системи охолодження. При використанні механічного охолодження, повітря продувається крізь контейнери за допомогою вентиляторів і проходить до задньої стінки камери сховища. Повітря опускається вниз і повертається назад до повітроохолоджувача, а потім знову подається охолодженим у сховище. Перевагами такої системи є: швидке охолодження до заданої температури, можливий тривалий період зберігання, незалежність від погодних умов, зменшення втрат при зберіганні, завдяки можливості плавного зниження температури [4].

Висновок: було розглянуто засоби і способи створення мікроклімату в сховищах з біологічно активною продукцією, кожний з розглянутих способів зводиться до необхідності створення відповідного мікроклімату в приміщенні для зберігання біологічно активної продукції, який в свою чергу залежить від способу її зберігання. Кожен з описаних способів і засобів зберігання має переваги і недоліки, їх вибір залежить від того, якої якості необхідна продукція

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Сучасні та перспективні технології зберігання і використання вологого зернофуражу / [Кулик М.Ф, Засуха Т.В., Жмудь О.В., Маковецький П.П., Калетник Г.М.] ; під ред. М.Ф. Кулика. – [2-ге вид.]. – Київ : Видавництво «СВІТ», 2000. – 246 с.
2. Системы микроклимата, контроль в овощехранилищах и картофелехранилищах – [Електронний ресурс] – Режим доступу: <http://liderhran.net/sistema-mikroklimata>
3. Технологии хранения. Микроклимат овощехранилищ, технологии создания условий хранения овощей. – [Електронний ресурс] – Режим доступу: <http://www.овощехранилища.рф/tehnology/>
4. Системи зберігання – [Електронний ресурс] – Режим доступу: <http://www.agrovent.com.ua/uk/sistemi-zberigannya>

Автор доповіді: *Черановський Богдан Олександрович* – студент, Вінницький національний технічний університет, м. Вінниця, E-mail: bodkjeee@gmail.com

Науковий керівник: *Коц Іван Васильович* – кандидат технічних наук, професор кафедри інженерних систем у будівництві, Україна, м. Вінниця, Вінницький національний технічний університет, Email: ivkots@i.ua

The report: *Cheranovsky Bohdan O.* – student, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia, E-mail : bodkjeee@gmail.com

Supervisor: *Kots Ivan V.* — Ph. D. (Eng.), professor of the department of engineering in construction, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia, Email: ivkots@i.ua

Сучасні тенденції використання теплових насосів

Вінницький національний технічний університет

Анотація. В дослідженні розглянуто питання щодо вивчення сучасних тенденцій використання теплових насосів, їх видів та перспектив використання.

Ключові слова: тепловий насос; ефективність; енергоджерела; тепло; енергозбереження

Abstract: The study considered to study current trends of heat pumps, their types and prospects.

Keywords: heat pump; efficiency; energy sources; heat; energy conservation

Однією з актуальних проблем сьогодення є проблема наростаючого дефіциту невідновлюючих природних енергоресурсів, ціни на які невідпинно ростуть, і будуть рости в подальшому. Впровадження енергозберігаючих технологій генерації теплоти і використання нетрадиційних і відновлюючих енергоджерел спалювання вуглеводного палива стає не тільки популярним, як життєво необхідним. І це особливо важливо для України, яка являється енергетично залежною, успадкувавши від колишнього СРСР високоенергозатратну економіку, тимчасово втратила частину територій, багатих на вуглеводи.

Одним з ефективних енергозберігаючих способів, що дають можливість економити органічне паливо, знижувати забруднення навколишнього середовища, задовольняти потреби споживачів у технологічному теплі, є застосування теплонасосних технологій виробництва теплоти. Як джерела низькопотенційної теплоти використовуються атмосферне повітря або різні вентиляційні викиди, вода природних водойм і скидні води систем охолодження промислового обладнання, стічні води систем аерації, ґрунт.

Згідно з ДСТУ Б В.2.5-44:2010 (EN 15450:2007, MOD) «Проектування систем опалення будівель з тепловими насосами» існують такі види теплонасосних систем:

Джерело теплової енергії (відбір теплової енергії)		Система споживання теплової енергії (віддача теплової енергії)	
Джерело теплової енергії ^a	Проміжний теплоносіє ^b	Проміжний теплоносіє	Споживач теплової енергії ^c
Відпрацьоване повітря, зовнішнє повітря	Повітря	Повітря	Повітря усередині приміщення
		Вода	Повітря усередині приміщення, вода
Поверхневі води, ґрунтові води	Вода	Вода	Те саме
		Повітря	Повітря усередині приміщення
Ґрунт	Незамерзаюча рідина (антифриз)	Повітря	Те саме
		Вода	Повітря усередині приміщення, вода
Ґрунт	Холодильний агент	Вода	Те саме
		Холодильний агент	Повітря усередині приміщення

^a Джерелом теплової енергії є середовище, з якого тепла енергія відбирається.
^b Проміжний теплоносіє – це рухоме середовище у відповідній системі переносу теплової енергії.
^c Споживач теплової енергії визначає місце споживання теплової енергії; це може бути нагрів приміщення або води в системі гарячого водопостачання.

Відповідно до Директиви Європейського Парламенту та Ради 2010/31 / ЕС від 19 травня 2010 року про енергозбереження будівель, «Тепловий насос (ТН)» це машина, пристрій або установка, що призначена для передачі тепла від природного середовища, таких як повітря, вода або ґрунт, будівлі або промислового приміщенню шляхом перетворення природного потоку більш низької температури в тепловий потік з високою температурою.

Незважаючи на ряд таких факторів, як економічний спад в країнах, що розвиваються, незавершене відновлення європейського ринку і падіння цін на сиру нафту, загальносвітові продажі ТН «повітря - вода» в 2014 році склали 1 745 000 одиниць обладнання, що на 7,2% більше показників попереднього року. Обсяг європейського ринку ТН «повітря - вода» в 2014 році зріс порівняно з попереднім роком на

5% і склав 232 000 одиниць. Головні споживачі даного обладнання в Європі - Франція, Німеччина і Великобританія.

Якщо до 2005 року перевага віддавалася ґрунтовим ТН, то з появою низькотемпературних спліт-систем, що мають нижню межу експлуатації на обігрів до мінус 20 - мінус 25 °С, відзначається буквально вибуховий стрибок попиту на ТН з повітрям в якості низько потенційного джерела енергії. Капіталовкладення і установка повітряних ТН обходиться в кілька разів дешевше, ніж ґрунтових. Тому вони тому активно витісняють ґрунтові ТН, причому, найбільш стрімко - в країнах з холодним кліматом [1].

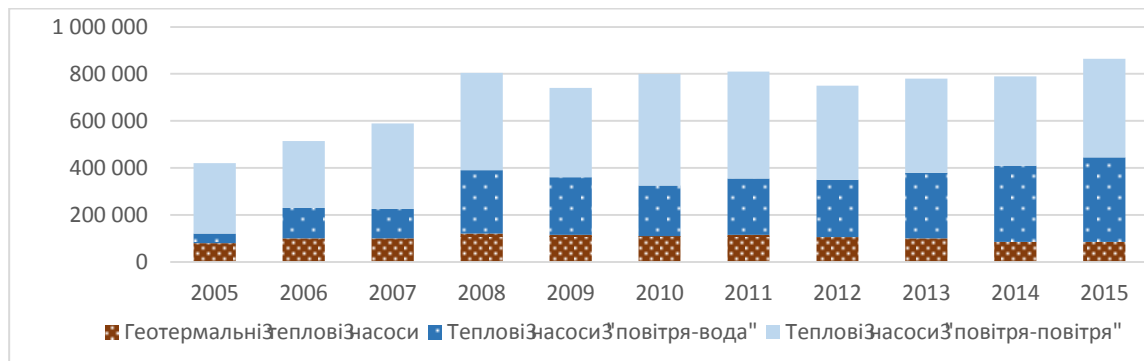


Рис. 1 Статистика продажу теплових насосів в Європі в 2005-2015 роках

За даними Світового енергетичного комітету (МІРЕК), до 2020 року 75% теплопостачання (комунального і виробничого) в розвинених країнах буде здійснюватися за допомогою ТН. У наш час у світі працює понад 30 млн ТН різної потужності – від декількох кіловатт до сотень мегаватт. В Японії щорічно виробляється близько 3 млн. ТН, Швеції 50% всього опалення забезпечується ТН. В деяких європейських країнах для реалізації цієї програми інвесторам були виділені значні дотації [2]. В Японії і США при отриманні дозволів на будівництво громадських будівель обов'язковою умовою є використання ВДЕ, зокрема тепло насосних систем. Застосування ТН в комплексі з традиційною системою теплопостачання для систем опалення, кондиціонування і вентиляції великих об'єктів забезпечує повну автономність зон регулювання та істотну економію паливно-енергетичних ресурсів навіть при використанні традиційних джерел енергії [3]. Згідно з останніми даними, опублікованими Європейською Асоціацією Теплових насосів (ЕНРА) в 2015 році Європейський ринок ТН виріс на 10%.

Вторинні енергетичні ресурси і поновлювальні джерела енергії до середини поточного сторіччя можуть покрити близько 50% світової потреби в енергетичних ресурсах. На даний час за рахунок поновлюваних джерел енергії покривається лише близько 4% попиту.

Україна має великі перспективи впровадження ТН. Законом України «Про внесення змін до Закону України "Про альтернативні джерела енергії"», що був прийнятий в кінці 2016 року передбачено, що теплова енергія, вироблена ТН з аеротермальної, гідротермальної або геотермальної енергії вважається такою, що вироблена з відновлюваних джерел енергії, за умови, що річний обсяг виробництва теплової енергії таким ТН більший, ніж обсяг теплової енергії, затраченої на виробництво електричної енергії, спожитої цим ТН. Цей закон був розроблений і прийнятий з метою імплементації Директиви 2009/28/ЕС.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Мацеватий Ю.М., Чиркин Н. Б., Клепанда А. С. Об использовании тепловых насосов в мире и что тормозит их широкое применение в Украине// Энергосбережение • Энергетика • Энергоаудит. 2014. №2 (120). С.2-17].

2. [Електронний ресурс]. – Режим доступу: http://www.ehpa.org/homepage/?eID=dam_frontend_push&docID=2393

3. Лунева С.К. Эффективность применения тепловых насосов // Техничко-технологические проблемы сервиса. СПбГЭУ №3(33). - 2015.- С.59-62.

Автор доповіді: *Дєдова Олена Володимирівна* – студентка, Вінницький національний технічний університет, м. Вінниця, E-mail: o.diedova2104@gmail.com

Науковий керівник: *Сердюк Василь Романович* – доктор технічних наук, професор, завідувач кафедри інженерних систем у будівництві, Україна, м. Вінниця, Вінницький національний технічний університет, E-mail: modser@i.ua

The report: *Diedova Olena V.* – student, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia, E-mail : o.diedova2104@gmail.com

Supervisor: *Serdyuk Vasil R.* — . D. Science (Eng.), professor, Head of the chair of engineering systems in construction:, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia, E-mail: modser@i.ua

Поліфункціональні властивості сучасних енергозберігаючих вікон

Вінницький національний технічний університет

Анотація: У статті розглянуто поліфункціональні властивості сучасних енергозберігаючих вікон. Визначено тепло-фізичні та оптичні характеристики основних типів склопакетів. Приведена таблиця коефіцієнтів пропускання та поглинання світла, теплопередачі, опору теплопередачі однокамерних склопакетів.

Ключові слова: енергозберігаюче вікно, склопакет, коефіцієнт пропускання та поглинання світла, коефіцієнт теплопередачі, коефіцієнт опору теплопередачі.

Abstract: The article deals with multifunctional properties of modern energy-saving windows. Determined heat-physical and optical characteristics of the main types of glass. Present table of coefficients transmission and absorption of light, heat, heat resistance single-chamber windows.

Keywords: energy saving window, glass, transmittance and absorption of light, heat transfer coefficient, drag coefficient of heat transfer.

Залежність України від стран-експортерів нафти і газу, зростання цін на енергоресурси, їх монопольне постачання - все це змушує енергозалежні країни розробляти і впроваджувати програми енергозбереження і енергоефективності [1].

Одним з ключових аспектів енергоефективності будівель і споруд є застосування сучасних якісних теплоізоляційних будівельних матеріалів і конструкцій з низькою теплопередачею.

Якщо «Світло - це життя», то жити без доступу сонячного світла, який потрапляє в приміщення через світлопрозору конструкцію, практично неможливо. На сьогоднішній день важко уявити собі будь-яку будівля без вікон. У той же час, згідно з даними досліджень, втрати енергії через вікна і двері складають близько 35% від загальних енерговитрат будівлі. А основною складовою вікна є не профіль і не фурнітура, а саме склопакет, який визначає енергоефективність всієї конструкції. Як відомо, склопакет займає близько 80% площі віконного блоку, і саме від його властивостей залежать теплотехнічні параметри виробу в цілому. Тому склопакет по праву можна назвати найважливішою деталлю в складі світлопрозорої конструкції, що дозволяє регулювати рівень її енергоефективності.

В Україні з 1 липня 2013 вступили в силу нові вимоги ДБН В.2.6-31 2006 «Теплова ізоляція будівель», де, зокрема, передбачаються більш суворі вимоги до теплоізоляційним характеристикам світлопрозорих конструкцій, зі збільшенням мінімального коефіцієнта опору теплопередачі до 0,75 м²·К/Вт для першої кліматичної зони, для другої 0,6 м²·К/Вт.

Досвід Центральної Європи показав, що посилення енергетичних норм, що пред'являються до будівельних матеріалів, стимулює споживання енергозберігаючих склопакетів, що, в свою чергу, веде до скорочення витрат на опалення.

Склопакети — об'ємні вироби, що складаються з двох або трьох листів скла, з'єднаних між собою по контуру за допомогою дистанційних рамок з металу або пластику чи герметиків, утворюючих одну чи більше ізольованих від зовнішнього повітря камер, що заповнені висушеним повітрям або іншим газом. Склопакети повинні забезпечувати пропускання максимальної кількості світла і, при цьому, мінімально впливати на витрати енергії на обігрів або охолодження для приміщення [2].

Застосування скла з різним функціональним призначенням дозволяє отримувати сучасний склопакет з різними функціональними характеристиками. Частіше за все всередині склопакету знаходиться звичайне висушене повітря, однак для покращення теплоізоляційних характеристик для застосування в котеджах та приміщеннях з індивідуальним опаленням можуть застосовуватись інші гази — аргон, криптон, ксенон, їх суміші тощо.

Склопакети класифікують за кількістю камер - однокамерні, двокамерні, шириною (товщиною) в мм - 24, 32, 36, 42, 44 і більше, типами скла, яке застосовується: звичайне (частіше за все товщиною 4мм) та енергозберігаюче К та І скло — з низькою емісійним покриттям, що дозволяє суттєво підвищити

головну характеристику склопакету - коефіцієнт опору теплопередачі – властивість зберігати тепло і не випускати холод [3].

В табл. 1 для прикладу наведені коефіцієнти опору теплопередачі для стандартних склопакетів товщиною 24 міліметри (чим вище значення коефіцієнту R тим краща теплоізоляція ваших приміщень).

Таблиця 1. Коефіцієнти опору теплопередачі склопакетів

Типи склопакетів	Значення показника опору теплопередачі, $R = m^2 \cdot C / Wt$
4-16-4(звичайний)	0,34
4-16-4i (енергозберігаючий)	0,59
4-16Ar-4i (енергозберігаючий з заповненням аргоном)	0,64

Опір теплопередачі звичайного склопакету 4-16-4 (24мм) складає 0,34 м² С/Вт. Це означає, що при вуличній температурі -26 °С ,а в приміщенні + 20 С температура внутрішньої поверхні скла із сторони приміщення складатиме всього +5 °С. Якщо заповнити склопакет інертним газом (наприклад аргоном) значення коефіцієнта збільшиться на 0,03 одиниці тобто стане 0,37, а це означає що температура на внутрішній поверхні скла збільшиться всього на + 2 С і буде становити аж +7 С.

Склопакет з енергозберігаючим і-склом 4-16-4i дає коефіцієнт опору теплопередачі майже вдвічі вищий 0,59 м² С/Вт,а температура на внутрішній поверхні скла (в приміщенні) складатиме вже біля + 14 С . Крім опору теплопередачі важливими показниками є коефіцієнт пропускання та поглинання світла та коефіцієнт теплопередачі [3].В табл. 2 представлена порівняння характеристик однокамерних склопакетів.

Таблиця 2. Порівняння технічних характеристик однокамерних склопакетів

Тип склопакета	Коефіцієнт пропускання світла, %	Коефіцієнт поглинання світла, %	Коефіцієнт теплопередачі, Вт/м ² о С	Коефіцієнт опору теплопередачі, м ² о С/Вт
4-10-4 (18мм)	0,80	0,06	2,9	0,28
4-12-4 (20мм)	0,80	0,06	2,9	0,29
4-16-4 (24мм)	0,80	0,06	2,7	0,34
4-10-4i (18мм)	0,73	0,14	1,7	0,53
4-12-4i (20мм)	0,73	0,14	1,6	0,56
4-16-4i (24мм)	0,73	0,14	1,3	0,59
4-10Argon-4i (18мм)	0,73	0,14	1,5	0,60
4-12Argon-4i (20мм)	0,73	0,14	1,4	0,63
4-16Argon-4i (24мм)	0,73	0,14	1,1	0,64

Технічні характеристики склопакетів мають великий вплив при виборі вікна. Наприклад, однокамерний енергозберігаючий склопакет 4-16-4i забезпечить оселю хорошими теплоізоляційними характеристиками, якщо необхідна хороша звукоізоляція слід звернути увагу на двокамерні склопакети але товщиною не менше 32 мм або склопакет 6-14-4i. Крім того, склопакети можуть виконувати захисну роль (куленепробивні або протиударні пакети), вносити елемент додаткового декорування інтер'єру за рахунок використання декоративного скла, нанесення малюнків, тонування плівкою, встановлення шпирсів тощо[3].

Висновок: При виборі склопакетів слід врахувати їх технічні характеристики. Склопакети повинні забезпечувати пропускання максимальної кількості світла і,при цьому,мінімально впливати на витрати енергії на обігрів або охолодження для приміщення. Кожний тип склопакету має свої коефіцієнти пропускання та поглинання світла,теплопередачі та опору теплопередачі. Тому важливо враховувати призначення приміщення і які якості необхідні більше для певного приміщення.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Сайт «Енергопакет» [Електронний ресурс]. – Режим доступу до ресурсу.: <http://energopaketa.ua/>.
2. Будівельні матеріали. Склопакети класні будівельного призначення. Технічні умови: ДСТУ Б В.2.7-107:2008.-К.: Держ. Ком. України у справах містобудування і архітектури,2010.-38с.
3. Сайт «Vikna» [Електронний ресурс]. – Режим доступу до ресурсу.: <http://www.viknalviv.com>.

Ошовська Анастасія Валентинівна – студентка Вінницького національного технічного університету, факультет будівництва, теплоенергетики та газопостачання, група ТГ-16 мі.

Науковий керівник: Сердюк Василь Романович – проф., д.т.н. к.т.н., зав. каф. ІСБ Вінницького національного технічного університету.

Oshovska Anastasia - student of Vinnytsia National Technical University, Faculty of Civil Engineering, Thermal Power Engineering and Gas Supply.

Supervisor: Serdyuk Vasily - prof., Ph.D., Department ISB Vinnytsia National Technical University.

ОЦІНКА МОНОЕНЕРГЕТИЧНОГО РЕЖИМУ ТЕПЛОВОГО НАСОСА З ДВОЗОННИМ ОБЛІКОМ ЕЛЕКТРОЕНЕРГІЇ

Вінницький національний технічний університет

Анотація

В даній статті розглядаються режими роботи теплових насосів, види обліку електроенергії, і безпосередньо розрахунок і оцінка ефективності роботи теплового насоса при моноенергетичному режимі в системі з двозонним обліком електроенергії.

Ключові слова: тепловий насос, моноенергетичний режим роботи, двозонний лічильник обліку електроенергії, холодоагент, теплоносій.

Abstract

A modes of heat pumps, types of electricity metering and direct calculation and assessment of the efficiency of the heat pump in the monoenergetic mode in two-band system with metering is considered in this article.

Keywords: heat pump, monoenergetic mode, dual-zone metering of electricity meter, coolant, heat transfer agent.

Тепловий насос - це пристрій для переносу теплової енергії від джерела низькопотенційної теплової енергії (з низькою температурою) до споживача (теплоносія) з більш високою температурою. Теплові насоси - це екологічно чисті компактні та економічні установки для системи опалення, що виробляють тепло для подачі гарячої води для водопостачання та опалення будівель використовуючи природне і безкоштовне тепло ґрунту, артезіанських вод, тепло морів, озер, річок, тепло повітря, технологічних викидів і т. д. шляхом перенесення його до теплоносія з більш високою температурою [1].

Розглянемо як же працюють теплові насоси: Теплоносій, проходячи по трубопроводу, покладеному, наприклад, в землі, нагрівається на кілька градусів. Усередині теплових насосів теплоносій, проходячи через теплообмінник, названий випарником, віддає зібране з навколишнього середовища тепло у внутрішній контур теплового насоса, який заповнений холодоагентом. При низькому тиску і низькій температурі цей холодоагент, маючи дуже низьку температуру кипіння, проходячи через випарник, перетворюється з рідкого стану в газ. З випарника газоподібний холодоагент потрапляє в компресор, де він стискається, його температура підвищується. Далі гарячий газ поступає в другий теплообмінник (конденсатор). У конденсаторі відбувається теплообмін між гарячим газом і теплоносієм із зворотного трубопроводу системи будинку опалення. Холодоагент віддає своє тепло в систему опалення, охолоджується і знову переходить в рідкий стан, а нагрітий теплоносій системи опалення поступає до опалювальних приладів. При проходженні холодоагенту через редукційний клапан - тиск знижується, холодоагент потрапляє у випарник, і цикл повторюється знову.

Існує 2 основні режими роботи теплонасосної системи опалення: моновалентний та бівалентний.

Моновалентний режим роботи передбачає використання лише одного джерела теплової енергії, за допомогою якого опалювальна система може самостійно забезпечити всі потреби в теплі. При цьому потужність теплового насоса повинна бути не менше ніж пікова потужність системи теплопостачання. Так само необхідно що б максимальна температура подачі теплового насоса була вище, ніж максимальна розрахункова температура в системі опалення і гарячого водопостачання.

Бівалентний режим роботи передбачає наявність в опалювальній системі двох джерел тепла. Теплові насоси, що приводяться в дію електродвигуном, комбінуються з іншими генераторами тепла, що працюють на твердому, рідкому або газоподібному паливі, які підтримує опалювальну систему при занадто низьких температурах навколишнього середовища.

Особливою формою бівалентного режиму є моноенергетичний режим роботи. В якості додаткового теплогенератора при цьому виступає не газовий або рідкопаливний котел, а виключно електронагрівальний прилад. Додаткове електроопалення забезпечує підтримку теплових насосів в найбільш холодні дні року [2].

Моноенергетичний режим є економічно вигідним режимом роботи, так як тут вибираються менші розміри теплових насосів, тому вони дешевші і довше працюють в оптимальному робочому діапазоні. При цьому велике значення має точний розрахунок, щоб максимально знизити споживання струму нагрівачем [3].

Для економного використання електроенергії можна використовувати двозонний лічильник обліку електроенергії. Такий лічильник використовуються для визначення обсягу спожитої електроенергії з реєстрацією показань приладу обліку диференційовано за відповідними періодами доби. За допомогою внутрішніх годинників лічильники перемикаються на різні тарифні зони. При розрахунках за двозонними тарифами споживач сплачує 0,5 тарифу в години нічного мінімального навантаження енергосистеми (з 23:00 до 07:00), та повний тариф в інші години доби [4].

Розглянемо це все на прикладі розрахунку 2-поверхового будинку на 4 сім'ї за двома варіантами схем опалення:

- 1) схема з одним джерелом енергії (газовий котел);
- 2) комбінована схема (тепловий насос та газовий котел).

З необхідною кількістю виробленого тепла в 100 000 кВт·год/рік при 1-ій схемі з одним лише газовим котлом буде витрачатись 80 000 грн/рік, в той час як при 2-ій схемі з використання 2-ох теплових насосів потужністю 17 кВт, і такого ж газового котла як додаткове джерело енергії, буде витрачатись 35 000 грн/рік. Тобто економія при 2-ій схемі порівняно з 1-ою складає 45 000 грн/рік. Детальнішу картину по місяцям видно на рисунку 1.

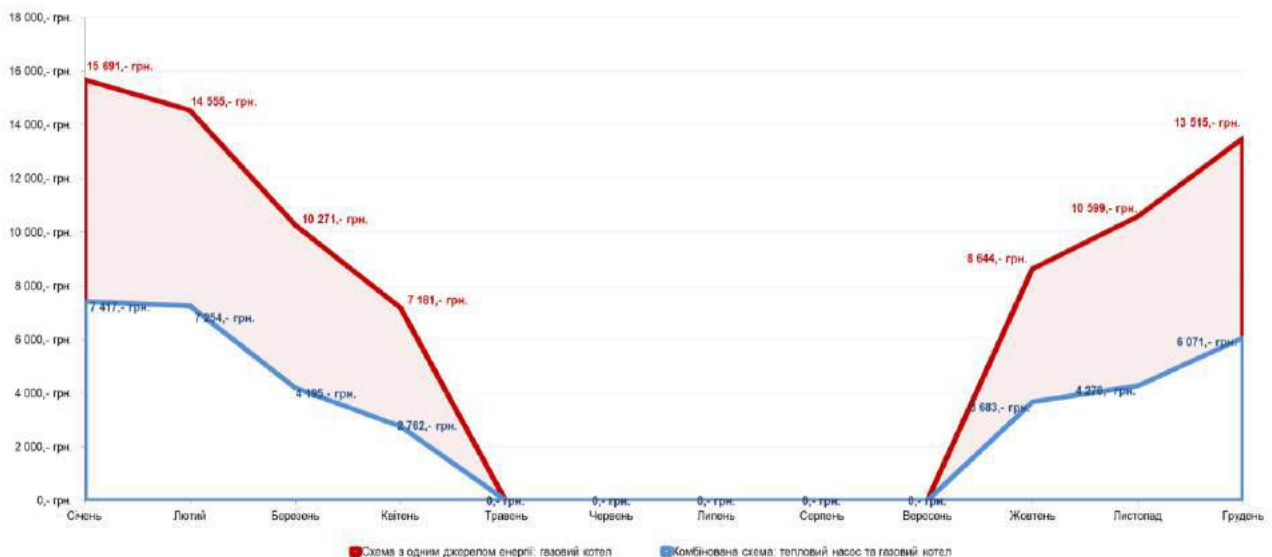


Рисунок 1 – Середньомісячні витрати для комбінованої схеми та схеми з одним джерелом енергії

Крім того, якщо при комбінованій схемі опалення встановити в будинку двозонний лічильник, то споживання електроенергії тепловими насосами зменшиться вдвічі з 28 000 грн/рік до 14 000 грн/рік.

Отож, можна зробити висновок, що використовуючи теплові насоси при моноенергетичному режимі в системі з двозонним обліком електроенергії порівняно з системою опалення газовим котлом можна зекономити кошти до 74%.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Тепловий насос, види та застосування теплових насосів [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://www.ecosvit.net/ua/teplovij-nasos-vidi-ta-zastosuvannya>
2. Теплові насоси [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://www.npblog.com.ua/index.php/hi-tech/teplovi-nasosi.html>
3. Режимы работы тепловых насосов [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://котлы.in.ua/page/page85.html>
4. Багатозонні лічильники: що пропонують киянам [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://capital.jkg-portal.com.ua/ua/publication/one/bagatozonn-lchilniki-shho-proponujut-kijanam-43104>

Бабій Юрій Юрійович, студент, Факультет будівництва, теплоенергетики та газопостачання, Вінницький національний технічний університет, м. Вінниця, yura101095@mail.ru

Науковий керівник: Петрусь Віталій Володимирович, кандидат технічних наук, доцент кафедри інженерних систем у будівництві, Факультет будівництва, теплоенергетики та газопостачання, Вінницький національний технічний університет, м. Вінниця, i84i@i.ua

Babiy Yuriy Yuriyovych, student, Faculty for Civil Engineering, Thermal Power Engineering and Gas Supply, Vinnytsia national technical university, Vinnytsia city, yura101095@mail.ru

Supervisor: Petrus Vitaliy Volodymyrovych, PhD, docent of Engineering in construction Department, Faculty for Civil Engineering, Thermal Power Engineering and Gas Supply, Vinnytsia national technical university, Vinnytsia city, i84i@i.ua

НОВІТНІ ТЕХНОЛОГІЇ АКУМУЛЮВАННЯ ЕНЕРГІЇ

Вінницький національний технічний університет

Анотація

В даній статті розглядається новітні технології акумулювання енергії, принцип їх роботи, важливості використання їх у сьогоденні, переваги та недоліки. Наводяться компанії, які пропонують системи акумуляції, також способи акумуляції енергії та досліді які проводили фахівці.

Ключові слова: акумулювання енергії, сонячна енергія, теплова енергія, електрохімічні акумулятори, енергопостачання.

Abstract

In this article the latest technology energy storage is described how it works, the importance of using it in the present, advantages and disadvantages. Companies are shown that offer accumulation system also the means of accumulation of energy and experiments are conducted by specialists.

Keywords: energy accumulation, solar energy, heat energy, electrochemical batteries, power supply.

Будь-яка система постачання енергії складається із джерела первинної енергії, підсистеми перетворення енергії і споживачів перетвореної енергії. У системі можуть виникати невідповідності — як у часі, так і у просторі — між подачею енергії і споживанням. Подолання цих невідповідностей є основною метою акумулювання енергії.

Задачі акумулювання енергії:

- забезпечення резерву на випадок раптового припинення роботи установок, особливо на період запуску резервних установок;
- регулювання або буферне акумулювання при високих амплітудах зміни навантаження, що дозволяє покривати навантаження при невеликих градієнтах зміни потужності первинного джерела енергії;
- акумулювання енергії поблизу місця її споживання для зменшення піків навантаження і вартості системи енергопостачання не тільки в частині перетворення енергії, а також при її розподіленні, за допомогою мереж.

Завдяки застосуванню акумуляторів енергії забезпечується не лише стабільне і неперервне енергопостачання, а й зростає коефіцієнт використання ПДЕ завдяки нагромадженню надлишкової і низько потенціальної енергії, яка безпосередньо не може використовуватися споживачами. При цьому згладжуються коливання в електромережі, з'являється можливість перетворювати один вид енергії в інший, залежно від потреб споживача.

Аналіз акумулюючих засобів і перетворювачів енергії показав, що найефективніше акумулювати енергію Сонця, вітру, малих річок та геотермальних джерел за допомогою електрохімічних і теплових акумуляторів, а також акумуляторів на основі водню.

Електрохімічні акумулятори ефективні у вітрових і сонячних енергосистемах різної потужності. Особливо доцільно використовувати їх у системах на основі ПДЕ невеликої потужності, які не можуть дати енергії потрібної якості, коли прямо працюють на споживача. У цьому разі електрохімічні акумулятори нагромаджують електричну енергію, одержану від ВЕУ, а коли енергопостачання зменшується або припиняється, забезпечують споживача принаймні мінімальною кількістю енергії.

Способи акумуляції енергії:

Акумулювання енергії — не нова концепція в енергетиці. Високопалне паливо в цьому розумінні є ефективним акумулятором з високою щільністю енергії. Однак у міру того, як джерела палива стають все менш доступними і все більш дорогими, з'являється необхідність у розвитку методів акумулювання, і в якості одного з них — виробництво поновлювального палива.

Біологічне (природне) акумулювання. Сонячна енергія не завжди потребувала людини, щоб використовуватися і акумулюватися на землі. Рослини використовують її з моменту їх появи на землі з посереднім ККД. Листя вловлюють тільки біля 1,7% енергії, яка до них надходить, а перетворюють в суху речовину від 0,1 до 1%.

Теплова енергія може бути отримана, використовуючи рослини, прямим способом спалювання або шляхом біологічних і хімічних перетворень. Гідрогенізація полягає в обробці органічних речовин під високим тиском у присутності води температурою 300°C. При цьому використовують каталізatori. Таким чином можна отримати масла, які є хорошим паливом. При гідрогенізації з листя рослин отримують протеїни, які мають співвідношення між амінокислотами більш вигідне в поживному плані, ніж протеїни сої [1].

Рослинна маса є матеріалом громіздким, з невеликою теплотою спалювання (менше 3000 ккал/кг), містить відходи (попіл) і має достатньо високу вологість. Тому більш ефективними являються інші методи використання рослинної маси, які засновані на цілому ряді перетворень: газифікація, ферментація, піроліз, гідрогенізація. Ферментація може бути використана переважно для зеленої живої частини рослин для отримання газу. Піроліз навпаки може бути використаний для переробки деревини з метою отримання різноманітних продуктів: газу, метанолу, важких масел, гудрону, деревинного вугілля. Піроліз полягає в обробці роздробленої органічної речовини і зокрема деревини за допомогою теплоти при температурі 400-900°C в атмосфері без кисню.

Хімічне акумулювання. Енергія може утримуватися у зв'язках багатьох хімічних елементів і виділятися у процесі екзотермічних реакціях, з яких найбільш відоме горіння. Тепловий ефект хімічних реакцій — загальна кількість енергії (теплоти), яку отримують продуктами реакції (або відводиться від них), щоб вони мали таку ж температуру, як і вихідні речовини.

Переваги хімічних способів акумулювання — тривалість зберігання теплоти, відсутність ізоляції і втрат теплоти, що особливо важливо для систем акумулювання ПДЕ, які надходять залежно від сезону.

Одним із видів хімічного акумулювання є отримання водню, використовуючи поновлювальні джерела енергії. Водень може бути отриманий шляхом електролізу води за допомогою джерела струму.

У вигляді газу він може бути накопиченим, переданим на відстань і спаленим для отримання теплоти. Єдиним продуктом згоряння водню є вода, і не утворюється ніяких забруднюючих речовин.

Акумулювання теплоти. Низькотемпературна теплота складає основну частину енергії, яка споживається у стаціонарних процесах сільсько-господарського виробництва. Абсолютно не обов'язково використовувати для обігрівання високотемпературні джерела енергії, які значно краще зберігати для іншої мети.

Для обігрівання тваринницьких ферм та житлових приміщень підходить низько потенціальна теплота, попередньо утилізована за допомогою теплових акумуляторів. Коли енергія використовується при низьких температурах, її особливо вигідно накопичувати у формі теплоти. Теплове акумулювання ефективне при використанні «відходів» теплоти, сонячної радіації, енергії вітру. На широтах України інтенсивність сонячної радіації влітку значно вища, ніж узимку, у зв'язку з цим і потреба в теплоті взимку значно більша. Тому, щоб використовувати для обігрівання теплоту сонячної радіації, необхідно її зберігати протягом 2-3 місяців.

Акумулятори теплоти являють собою ємність, теплоізольовану від навколишнього середовища. В ємності розміщують тепло акумуляційний матеріал, який може бути твердим (щебінь, граніт, пісок та ін.) або рідким (вода). За наявності низько потенціальної теплоти, остання підводиться до тепло акумуляційного матеріалу і поглинається ним — акумулятор заряджається. При розрядці теплового акумулятора холодний теплоносіє при контакті з тепло акумуляційним матеріалом нагрівається і транспортує теплоту споживачеві.

Акумулювання електроенергії. Електроенергія може акумулюватися у вигляді електроенергії в електрохімічних акумуляторах і у формі теплоти в теплових акумуляторах. Останнє може бути економічно виправданим для споживача в тому випадку, коли існують диференційовані за часом доби тарифи на електроенергію.

Механічне акумулювання. Одними з найдавніших форм механічного акумулювання є гідроенергетичні системи [2].

Також, згідно з дослідженням, проведеним фахівцями Світового банку, тільки в країнах, що розвиваються в найближчі 8-9 років потужність домашніх пристроїв зберігання енергії зросте з 2 до 80 ГВт. Доповідь СБ вказує на те, що щорічне зростання обсягів систем накопичення енергії перевищить в наступні 10 років 40%. Найбільшими гравцями на цьому ринку стануть Китай та Індія. У звіті говориться, що потужності нових вітряних і сонячних станцій, побудованих в 2016 році по всьому світу, рівні 78 ГВт, і що в найближчі 5 років ця цифра зросте до 378,1 ГВт. «Акумулювання енергії стане грати важливу роль в забезпеченні потреб в низько вуглецевої електриці для країн, що розвиваються, - сказано в доповіді. - До 2020 року, на думку Міжнародного енергетичного агентства,

цим країнам доведеться подвоїти виробництво енергії, а до 2035 року вони на 80% збільшать загальносвітове зростання вироблення і споживання енергії ». Оскільки ціни на установку систем відновлюваної енергії продовжують падати, інтеграція сонячних покрівельних панелей і сонячних ферм в центральну енергомережу зажадають наявності акумуляторів та інших технологій для зберігання і безперебійної передачі енергії. Зараз в країнах, що розвиваються приблизно 1,2 мільярда жителів не мають постійного доступу до електрики. За оцінками Світового банку, до 2030 року буде потрібно вкласти \$ 45 млрд, щоб виправити цю ситуацію, і акумулятори грають ключову роль в цих інвестиціях. Накопичення енергії не тільки дозволить краще розподіляти наявні ресурси, але і захистить від природних катаклізмів. Наприкінці жовтня минулого року Ілон Маск презентував Tesla Powerwall 2.0, нове покоління своєї системи акумуляції енергії для дому. Батарея має покращений дизайн та характеристики, але найголовніше те, що Powerwall показує загальне бачення енергетики майбутнього Маском. Ідея у тому, щоб ефективно поєднати приватні сонячні станції та акумулятори, і дати людям більше можливостей виробляти чисту енергію, бути енергонезалежними, та економити кошти.

Інтегровані системи акумуляції накопичують енергію, згенеровану сонячними панелями, або заряджаються від мережі, коли сонце не сяє або споживання є дуже високим. Вони також забезпечують власника будинку аварійним джерелом енергії для екстрених випадків. І хоч такі системи ще не проникли на ринки багатьох країн, компактність, гарантія, та відсутність потреби в обслуговуванні роблять їх дуже перспективними. [3].

Тесла - не єдина компанія, яка пропонує свої системи акумуляторів. Подібні рішення є у декількох інших виробників: «Tesla Powerwall 2.0», акумулятори «LG Chem RESU», «Sunverge», «Panasonic», «XStorage», акумулятори від «Mercedes-Benz» , акумуляторна система «Serenis ESS».

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Електронна бібліотека Стрийського коледжу Львівського НАУ. [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://e-lib.sclnau.com.ua/4eddb5fd99b16/T10.htm>
2. Аккумуляирование энергии станет играть важную роль. . [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://hightech.fm/2017/01/24/energy-storage>
3. Не Маском єдиним.Шість конкурентів акумуляторам Tesla Powerwall [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://ecotown.com.ua/news/Ne-Maskom-edynym-SHist%60-konkurentiv-Tesla-Powerwall/>

Юхимчук Катерина Володимирівна, студентка, Факультет будівництва, теплоенергетики та газопостачання, Вінницький національний технічний університет, м. Вінниця, ms.keta9@mail.ru

Науковий керівник: Петрусь Віталій Володимирович, кандидат технічних наук, доцент кафедри інженерних систем у будівництві, Факультет будівництва, теплоенергетики та газопостачання, Вінницький національний технічний університет, м. Вінниця, i84i@i.ua

Yukhimchuk Katerina Volodymyrivna, student, Faculty for Civil Engineering, Thermal Power Engineering and Gas Supply, Vinnytsia national technical university, Vinnytsia city, yukhimchuk.vv@mail.ru

Supervisor: Petrus Vitaliy Volodymyrovych, PhD, docent of Engineering Systems in Civil Engineering Department, Faculty for Civil Engineering, Thermal Power Engineering and Gas Supply, Vinnytsia national technical university, Vinnytsia city, i84i@i.ua

ОСОБЛИВОСТІ БУДОВИ ВАКУУМНИХ ГЕЛІОКОЛЕКТОРІВ

Вінницький національний технічний університет

Анотація

В даній статті розглядаються новітні технології сонячної енергетики, зокрема принцип роботи вакуумних геліоколекторів, особливості експлуатації, важливість використання їх у сьогоденні, а також їх переваги та недоліки.

Ключові слова: геліоколектор; теплові трубки; конденсатор; теплоносій; вакуум

Abstract

The latest technology of solar energy, in particular the principle of vacuum heliocollectors, features use, the importance of using them in the present, as well as their advantages and disadvantages are considered in this article.

Keywords: heliocollector; heat pipes; capacitor; coolant; vacuum

На даному етапі з кожним роком збільшується акцент на вирішенні енергетичних проблем у світі. Єдиним виходом з кризи традиційних джерел енергії на думку експертів є всебічне використання відновлюваних ресурсів: води, вітру та сонця. Найбільш перспективним є використання сонячної енергії, де ресурси безмежні. Розвиток сонячної енергетики в останні роки набув дуже великого розвитку в світі. Україна – не виняток, де ми стаємо свідками позитивної динаміки розвитку цього сектору енергетики. Тож в даній статті проведено аналітичний огляд останніх розробок в індустрії геліоколекторів вакуумного типу, де порушено питання забезпечення високого ККД системи і мінімальні теплові втрати, використання у всіх кліматичних зонах та надання їм нових характеристик [1].

Вакуумний сонячний колектор – система, що застосовується для перетворення енергії сонця в будь-яку пору року. При його виробництві використовуються сучасні матеріали, створені на основі вакуумних нанотехнологій. Трубчастий колектор задовольняє найвищим вимогам з ефективності і безпеки. Завдяки підвищеній енерговіддачі геліоустановки він є найбільш потужним колектором в програмі сонячної енергетики [2].

Найбільш поширені сонячні вакуумні трубчасті колектори можна класифікувати за двома основними конструктивними особливостями скляних трубок і теплового каналу, використовуваних як абсорбера сонячного колектора:

- по виду скляної трубки: коаксіальна або пір'яна;
- по виду теплового каналу (проводиться з прямоточною тепловою трубкою та тепловою трубкою «неат ріре» (термотрубки) .

Коаксіальна трубка фактично є термосом, представляє собою подвійною скляну колбу, в просторі між трубками відкачано повітря (створений вакуум). На стінці внутрішньої трубки нанесено поглинаюче покриття, тому передача тепла відбувається від самої скляної колби (рис. 1).

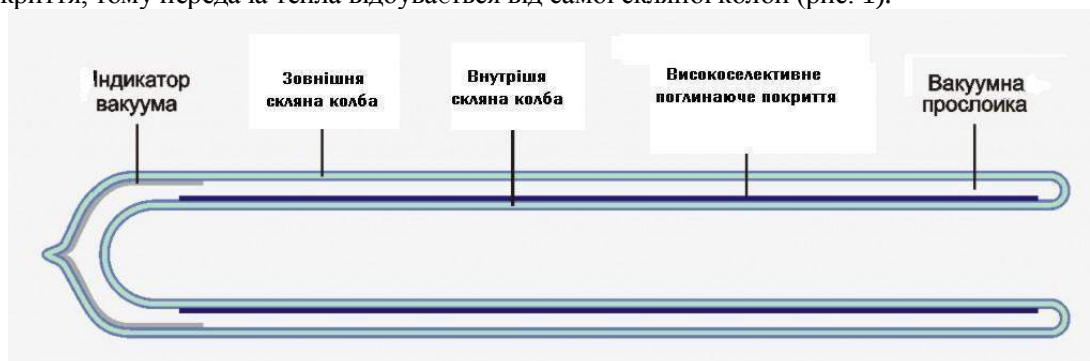


Рис. 1. Поперечний розріз коаксіальної трубки

Коаксіальна вакуумна трубка так само може бути використана для колектора з прямоточним тепловим каналом. Даний тип сонячного вакуумного колектора отримав назву колектор з «U» - подібної трубкою. (рис.2)



Рис. 2. Вид трубки в розрізі

У даних типах колекторів, за рахунок зменшення кількості теплопередач (теплота від алюмінієвого шару передається відразу трубках, в яких циркулює теплоносієм геліосистеми), максимальний ККД може становити для деяких моделей до 76%. Недоліком може бути те, що при певному характері ушкодження заміни може зажадати весь сонячний колектор, а не тільки колба.

Пір'яна трубка являє собою одностінну скляну колбу. Вакуум в даній трубці знаходиться в просторі теплового каналу, в даних трубках частина теплового каналу і абсорбера інтегрована всередині самої колби (рис. 3)

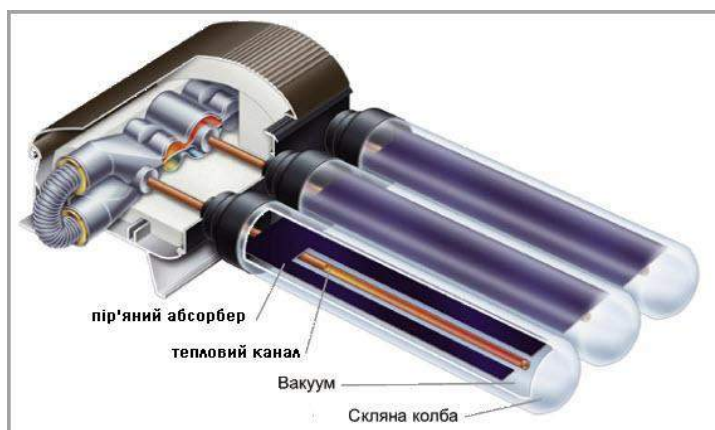


Рис. 3. Розріз пір'яної трубки

Вакуумний колектор з прямою теплопередачею воді (термосифонна система)

Система колекторних трубок з'єднана з накопичувальним баком, через який надходить вода безпосередньо до вакуумних трубок, що є великою перевагою, так як мінімізуються втрати тепла. Вода в трубках нагрівається і надходить в теплообмінник за принципом природної конвекції, тому системний бак завжди розташовується вище колекторних трубок. Вода в баку, яка віддала тепло і охолола, вона природним шляхом тече вниз в трубки (рис. 4).

Особливістю термосифонної системи є не тільки можливість акумулювати певну кількість тепла, але і зберігати в баку певну кількість гарячої води деякий час. Вакуумний колектор з прямою теплопередачею воді широко застосовується для початкового нагріву води, а потім основними системами вода підігрівається до необхідної температури.

Недоліки вакуумного колектора з прямою теплопередачею воді:

- нерационально використовувати сонячні колектори такого типу в тих регіонах, де є негативні температури;
- не допускається в системі колекторів тиску більш ніж 0,2 атм, так як теплоносієм має прямий контакт з трубкою. таким чином, даний колектор не може працювати в під високим тиском;
- колектор ефективно працює тільки при плюсовій температурі навколишнього середовища.

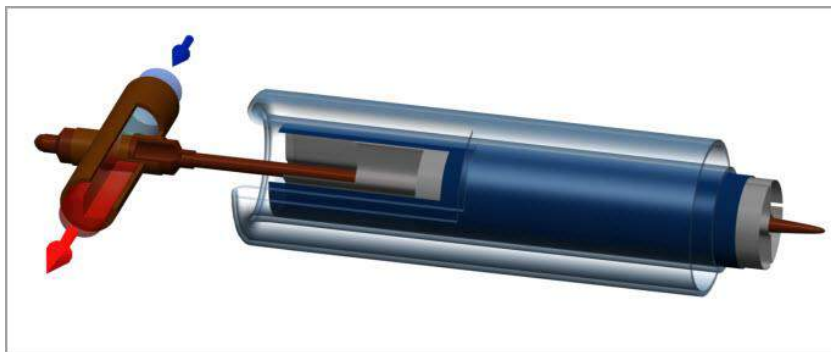


Рис. 4. Вакуумний колектор з прямою теплопередачею води

Вакуумний колектор з термотрубками «heat pipe»

Колектор оснащений замість звичайних вакуумних трубок більш вдосконаленими термотрубками, які представляють собою трубку з тонкостінної міді заповнену легкокиплячою рідиною (рис. 5) Колектор складається з набору термотрубок, - при попаданні сонячного світла на трубки відбувається кипіння легкозакипаючої рідини (наприклад, іноргатик) до температури 250...380°C, її пари піднімаючись в верхню частину трубки, яка є конденсатором віддають тепло і охолоджується до перетворення в рідину, а потім надходить знову в нижню частину термотрубки.

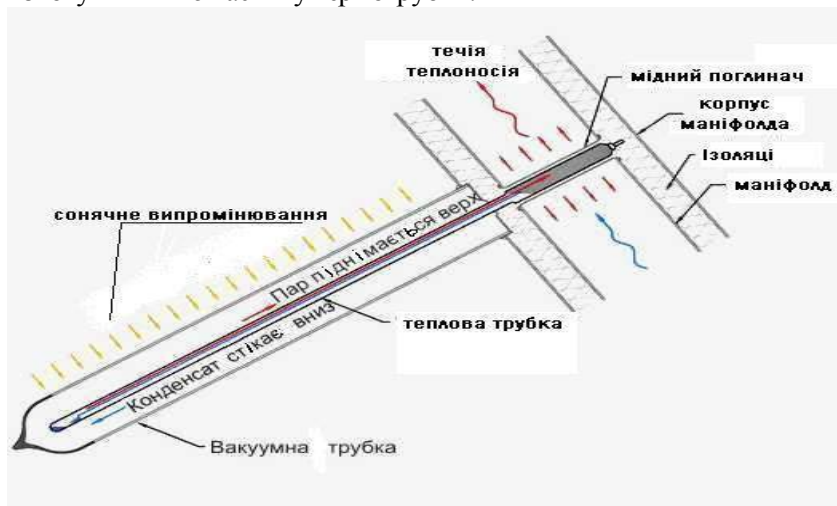


Рис. 5. Вакуумний колектор з термотрубками «heat pipe»

Плюси даних типів, вакуумного колектора:

- високий ККД системи протягом усього року, і навіть взимку. у порівнянні з іншими типами колекторів, трубчастий вакуумний колектор протягом цілого року виробляє на 30...40% кількості тепла більше;
- можливість працювати при негативних температурах (не всі види);
- деякі виробники випускають трубчасті колектори з поверхнею з ударостійкого скла, що витримує удар граду або незначного падіння;
- низька парусність конструкції дозволяє більш надійно закріпити обладнання з меншими зусиллями та витратами.
- більше ремонтпридатності система. при пошкодженні однієї трубки її відносно легко замінити, що зовсім неможливо в плоских колекторах;
- можливість нагріву води до температури 130...200 °C.

Недоліками ж вакуумного колектора є:

- більш висока вартість, за підрахунками виробників окупність системи колектора становить 1...5 років;
- великі габарити і важка вага;
- в межах України продуктивність вакуумного колектора в зимовий період може знижуватися за рахунок опадів у вигляді снігу та інею;
- низький термін експлуатації, система боїться граду (більш властиво продукції з Китаю);

- однією з головних поломок системи - нетримання вакууму в системі (більш властиво продукції з Китаю).

Враховуючи те, що кожен тип колектора має свої специфічні властивості, доцільно залучати спеціалістів для визначення оптимальності в коштах та ефективності в роботі колекторів при облаштуванні систем використання сонячної енергії для нагрівання води.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Сонячні теплові колектори та їх режими роботи| Вакуумний геліоколектор [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://wiki.energytorrent.org/doku.php/uk:heliocollector.html>
2. Геліосистеми будь-якої складності і потужності [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://sintsolar.com.ua/info/types-of-helium-reservoir-ru.html>.
3. Вакуумні сонячні колектори для опалення та гарячого водопостачання. [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://ecology.andi-grupp.ru/kollektor.html>.
4. Сонячний колектор - енергія Сонця в будинку [Електронний ресурс]. – Режим доступу: http://solar-kollektor.ru/solnechnye_kollektor/sravnenie.htm

Сухов Віталій Вікторович, студент, Факультет будівництва, теплоенергетики та газопостачання, Вінницький національний технічний університет, м. Вінниця, sukhov.vv@mail.ru

Науковий керівник: Петрусь Віталій Володимирович, кандидат технічних наук, доцент кафедри інженерних систем у будівництві, Факультет будівництва, теплоенергетики та газопостачання, Вінницький національний технічний університет, м. Вінниця, i84i@i.ua

Sukhov Vitalii Viktorovich, student, Faculty for Civil Engineering, Thermal Power Engineering and Gas Supply, Vinnytsia national technical university, Vinnytsia city, sukhov.vv@mail.ru

Supervisor: Petrus Vitaliy Volodymyrovych, PhD, docent of Engineering Systems in Civil Engineering Department, Faculty for Civil Engineering, Thermal Power Engineering and Gas Supply, Vinnytsia national technical university, Vinnytsia city, i84i@i.ua

ВПЛИВ БІВАЛЕНТНОЇ ТЕМПЕРАТУРИ НА COP ТЕПЛОВОГО НАСОСА

Вінницький національний технічний університет

Анотація

В даній статті розглядається бівалентний режим роботи теплового насоса, приводиться дослідження залежності енергоспоживання системою тепlopостачання від бівалентної температури, вплив бівалентної температури на COP (коефіцієнт перетворення) теплового насоса з метою мінімізації витрат та зниження терміну окупності установки.

Ключові слова: тепловий насос; бівалентний режим; COP (коефіцієнт перетворення); термін окупності.

Abstract

In this article the bivalent mode of the heat pump is considered, the research depending the system power consumption from bivalent heating temperature and the influence bivalent effect of temperature on the COP (coefficient of performance) are shown to minimize costs and reduce the payback period the equipment.

Keywords: the heat pump; the bivalent mode; COP (coefficient of performance); the payback period.

При виборі режиму роботи і номінальної потужності теплового насоса необхідно врахувати такі фактори як джерело низькопотенційної енергії та тип опалювальної системи будинку. Це необхідно для мінімізації витрат та зменшення терміну окупності установки. Існує два основні режими роботи теплонасосної системи опалення: моновалентний та бівалентний [1].

У моновалентному режимі тепловий насос здатний повністю забезпечувати всю теплове навантаження в будівлі. При цьому потужність теплового насоса повинна бути не менше ніж пікова потужність системи тепlopостачання. Так само необхідно, щоб максимальна температура подачі теплового насоса була вище, ніж максимальна розрахункова температура в системі опалення і гарячого водопостачання. Даний режим роботи найбільш підходить для теплових насосів зі стабільною температурою низько потенційного джерела тепла (грунт, ґрунтові води, промислова утилізація тепла і т.д.) в поєднанні з низькотемпературною системою опалення (теплі підлоги, фанкойли тощо) [1].

Для підвищення рентабельності теплового насоса слід вибирати бівалентний режим роботи. Бівалентний режим - це робота теплового насоса в поєднанні з іншим нагрівальним приладом, у ролі якого може виступати газовий, електричний або твердопаливний котел. Вибір даного режиму може бути обумовлений також необхідністю подачі більш високої температури в систему опалення при низьких зовнішніх температурах повітря [1].

Перевагою бівалентного режиму є порівняно нижчі витрати на обладнання. Оскільки тривалість стояння найнижчих температур зовнішнього повітря протягом опалювального періоду мала, економічно недоцільно проектувати потужність дорогих теплових насосів на покриття всієї розрахункової теплового навантаження. Тому у такому випадку доцільно розподілити теплове навантаження між тепловим насосом і додатковим піковим електронагрівачем, що підключається тільки в період стояння температури зовнішнього повітря нижче бівалентної t_b . Це температура, при якій тепловий насос відключається або працює у парі з нагрівачем [2].

Ефективність роботи теплового насоса характеризується дійсним COP (коефіцієнт перетворення) ε_0 і залежить від температури хладону в випарнику і конденсаторі теплового насоса [2]:

$$\varepsilon_0 = \nu \varepsilon_c = \nu \frac{t_k + 273}{t_k - t_u}$$

де ν – ступінь термодинамічної досконалості реального процесу, що враховує всі незворотні втрати при реальному термодинамічному циклі; ε_c – коефіцієнт перетворення кругового циклу Карно; t_u і t_k – відповідно температура випаровування і конденсації хладону, °C [2].

З метою підвищення ефективності роботи теплового насоса за рахунок зниження температури конденсації в дослідженні розглядалася підлогова система опалення та нагрів води для потреб гарячого

водопостачання в накопичувальному баці з комбінованим нагрівом тепловим насосом і вбудованим електронагрівачем. Дослідження полягало у визначенні впливу бівалентної температури на енергоспоживання і термін окупності теплонасосної системи теплопостачання малоповерхового житлового будинку в порівнянні з прямим електричним опаленням [2].

Енергоспоживання теплонасосної системи теплопостачання [2]

$$E = E_{TH} + E_1 + E_2, \text{кВт}\cdot\text{год}$$

де E_{TH} , E_1 , E_2 – відповідно, енергоспоживання тепловим насосом, вентилятором первинного контуру, насосним і тепловим обладнанням системи опалення, а також гарячого водопостачання.

Результати дослідження залежності енергоспоживання системою теплопостачання від бівалентної температури представлені на рис. 1 [2].

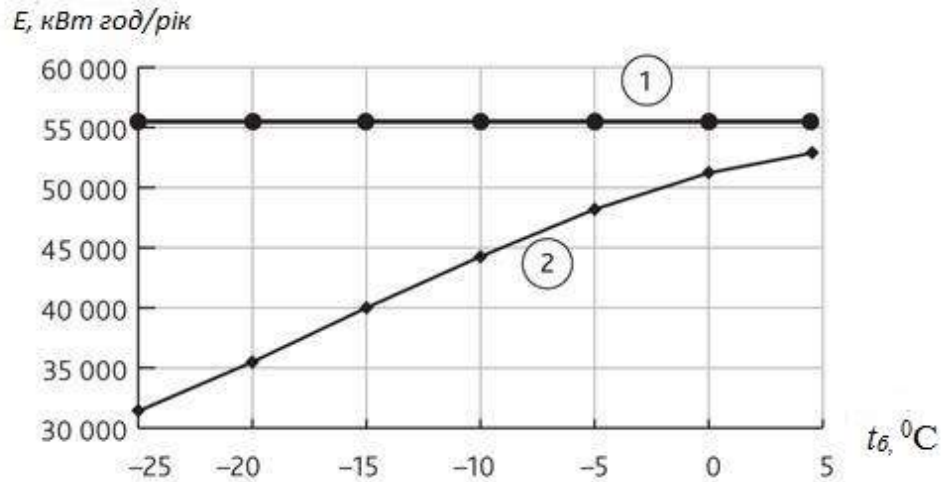


Рис. 1. Графік залежності енергоспоживання системою теплопостачання від бівалентної температури:
1 - електричний котел; 2 - теплонасосна система теплопостачання

Таким чином, збільшення температури бівалентності істотно підвищує енергоспоживання теплонасосної системи теплопостачання через неефективне вироблення теплової енергії електричним котлом [2].

Графік залежності терміну окупності теплонасосної установки від бівалентної температури зображений на рис. 2. [2].

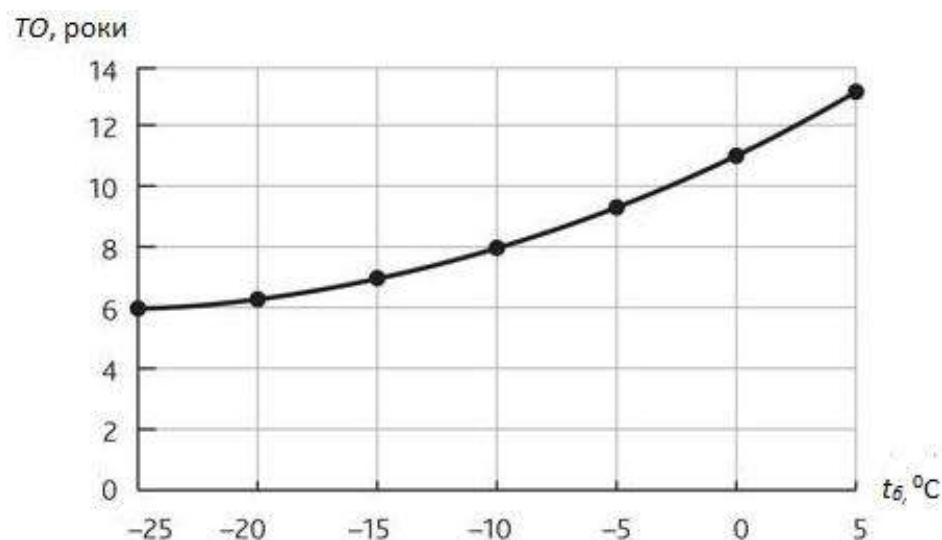


Рис. 2. Графік залежності терміну окупності теплонасосної установки від бівалентної температури

Отже, зростання бівалентної температури призводить до збільшення терміну окупності теплового насоса.

Таким чином, бівалентна схема теплопостачання є менш енерговитратною, ніж звичайна схема з електричним опаленням, а також з меншим терміном окупності, аніж звичайна схема з тепловим насосом. Дослідження показують, що проектувати теплові насоси доцільно на мінімальну бівалентну температуру.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Режимы работы и мощность теплового насоса [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://solarsoul.net/rezhimy-raboty-i-moshhnost-teplovogo-nasosa>
2. Гришков А. А. Эффективность использования воздушных тепловых насосов в условиях Пермского края [Електронний ресурс]. – Режим доступу: https://www.abok.ru/for_spec/articles.php?nid=5790

Прилипко Олексій Олексійович, студент, Факультет будівництва, теплоенергетики та газопостачання, Вінницький національний технічний університет, м. Вінниця, alex_reus@i.ua

Науковий керівник: Петрусь Віталій Володимирович, кандидат технічних наук, доцент кафедри теплогазопостачання, Факультет будівництва, теплоенергетики та газопостачання, Вінницький національний технічний університет, м. Вінниця, i84i@i.ua

Prylypko Oleksii Oleksiyovych, student, Faculty for Civil Engineering, Thermal Power Engineering and Gas Supply, Vinnytsia national technical university, Vinnytsia city, alex_reus@i.ua

Supervisor: Petrus Vitaliy Volodymyrovych, PhD, docent of Heat and Gas Supply Department, Faculty for Civil Engineering, Thermal Power Engineering and Gas Supply, Vinnytsia national technical university, Vinnytsia city, i84i@i.ua

ЕНЕРГОЕФЕКТИВНІ СИСТЕМИ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ МІКРОКЛІМАТУ В ПРОМИСЛОВІЙ БУДІВЛІ

Вінницький національний технічний університет

Анотація

Досліджено сучасні енергоефективні системи забезпечення мікроклімату в промислових будівлях, які відповідають екологічним, санітарно-гігієнічним, протипожежним та іншим нормам, і забезпечують енергоефективність та безпеку для життя людей експлуатацію об'єкта.

Ключові слова : мікроклімат, енергоефективність, промислові будівлі, нагріте повітря, рекуператор, місцева вентиляція.

Abstract

The modern energy system of microclimate in industrial buildings, which are responsible for environmental, sanitary, fire and other standards, and provide energy efficiency and safe for life of the facility.

Keywords: climate, energy, industrial buildings, hot air heat exchanger, local ventilation.

Вступ

Виробничий мікроклімат відноситься до гігієнічних факторів, що роблять безпосередній вплив на самопочуття, працездатність і здоров'я працюючих. Показниками, що характеризують мікроклімат у виробничих приміщеннях, є: температура повітря, температура поверхонь, відносна вологість повітря, швидкість руху повітря, інтенсивність теплового опромінення. Показники мікроклімату повинні забезпечувати збереження теплового балансу людини з навколишнім середовищем і підтримання оптимального або допустимого теплового стану організму. [1]

Метою є аналіз засобів забезпечення системи мікроклімату в промислових будівлях.

Результати дослідження

В основу принципу нормування метеорологічних умов виробничого середовища покладена оцінка оптимальних та допустимих метеорологічних умов в робочій зоні в залежності від теплової характеристики виробничого приміщення, категорії робіт по важкості і пори року.

Під *оптимальними* мікрокліматичними умовами розуміють такі поєднання параметрів мікроклімату, які при тривалому та систематичному впливі на людину забезпечують збереження нормального функціонального і теплового стану організму без напруги механізму терморегуляції. Вони забезпечують відчуття теплового комфорту та створюють передумови для хорошої працездатності.

Допустимі мікрокліматичні умови — це поєднання параметрів мікроклімату, які при тривалому та систематичному впливі на людину можуть викликати зміни теплового стану організму, що швидко минають і нормалізуються та супроводжуються напруженням механізмів терморегуляції в межах фізіологічної адаптації. При цьому не виникає ушкоджень чи порушень стану здоров'я, але можуть спостерігатись дискомфортні тепловідчуття, погіршення самопочуття та зниження працездатності. [2]

Для створення необхідних параметрів мікроклімату в промислових будівлях застосовують системи вентиляції і кондиціонування повітря. Вентиляція є засобом зміни параметрів повітря в приміщенні, призначена підтримувати в ньому відповідні метеорологічні умови і чистоту повітряного середовища. Вентиляція приміщень досягається видаленням з них нагрітого або забрудненого повітря і подачею чистого зовнішнього повітря. Для ефективної роботи системи загальнообмінної вентиляції при підтриманні необхідних параметрів мікроклімату кількість повітря, що надходить в приміщення, повинно дорівнювати кількості повітря, що видаляється з нього. [3]

За способом переміщення повітря, вентиляція може бути як природною, так і з механічним спонуканням, можливе також поєднання цих двох способів. При природній вентиляції повітря

переміщується за рахунок різниці температур в приміщенні і зовнішнього повітря, а також внаслідок вітрового тиску (дії вітру). Способи природної вентиляції: інфільтрація, провітрювання, аерація, з використанням дефлекторів. При механічній вентиляції повітря переміщується з допомогою спеціальних повітродувних машин-вентиляторів, що створюють певний тиск для переміщення повітря у вентиляційній мережі.

За місцем дії вентиляція буває загальнообмінною і місцевою. Загальнообмінна вентиляція забезпечує підтримку необхідних параметрів повітряного середовища у всьому об'ємі приміщення, а місцева - у певній його частині.

Рекомендовані заходи по енергозбереженню в промислових будівлях:

1. Застосування рекуператорів для зниження втрат тепла, яке викидається з повітрям системи вентиляції та нагріву припливного повітря. Підсумковий ефект - зниження споживання енергії будівлею від 20 до 30%.

2. Використання економайзера для природного охолодження повітря шляхом змішування зовнішнього повітря з рециркуляційним протягом весни, осені і холодних літніх ночей коли рівень вологості не надто високий.

3. Використання розумних термостатів (smart термостатів) забезпечує регулювання і підтримку визначеного температурного режиму, встановлення лімітів для опалення та охолодження для уникнення надмірно високих або низьких значень параметрів.

4. Встановлення автоматичних термостатів, які контролюватимуть температуру в нічний період, коли в будівлі не працюють.

5. Застосування теплових насосів для опалення, а також кондиціонування будівлі та гарячого водопостачання.

6. Періодичне і регулярне вимикання кліматичного обладнання протягом коротких періодів протягом дня. Наприклад вимкнення вентиляторів та інших систем протягом 3х хвилин на годину становить 5% від всього споживання, що є помітним для орендарів. Хитрість полягає в зниженні витрати без помітної зміни температури. При зміні температури система буде працювати важче щоб повернутися до бажаного рівня температури і вологості.

7. Використання частотно-регуляторних приводів

8. З'ємна і баготоразова ізоляція для труб, клапанів та фітингів, які виготовлені з негорючих матеріалів. Традиційні ізоляційні матеріали часто необхідно змінювати, адже часто відбуваються їх пошкодження під час обслуговування. Це може призвести до втрати величезної кількості тепла.

9. Правильне обслуговування має вирішальне значення для будь-якої системи, так як це допомагає знизити експлуатаційні витрати, продовжити термін експлуатації і уникнути дорогих ремонтів. Це особливо справедливо для градишень, в яких накопичуються вапняні відкладення, забиваються сопла, що призводить до поганого проходження повітряного потоку і відповідно до зменшення продуктивності насоса. Ці фактори можуть знизити продуктивність і підвищити експлуатаційні витрати на 10-25%. [4]

Також окрім енергоощадних заходів в системах вентиляції та кондиціонування необхідно забезпечити належний захист від тепловтрат. Особливо це стосується вікон та дверей.

Рекомендується використовувати дво- або трикамерні склопакети, тоноване скло; скло, з покриттям, яке відбиває світло; спектрально-селективне покриття на скло і склопакети з інертним газом між шарами.

Щодо дверей, то найкращим варіантом є використання обертових дверей. Також ефективним є влаштування тамбур-шлюзів і використання повітряної завіси.

Висновок

При існуючій різноманітності технічних можливостей для забезпечення мікроклімату промислових будівель важливо підібрати найбільш ефективний і економічно вигідний варіант. Використання сучасних енергоефективних технологій і засобів автоматизації дозволяє досягти суттєвої економії енергоресурсів.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Опалення, вентиляція та кондиціонування : ДБН В.2.5-67:2013. – [Чинний від 2014-01-01]. – Київ : Міністерство регіонів України, 2013. – (Державні будівельні норми України).
2. Гігієнічне нормування виробничого мікроклімату [Електронний ресурс] - Режим доступу до ресурсу : <http://uadoc.zavantag.com/text/693/index-1.html?page=5>
3. Мікроклімат (кондиціонування, вентиляція). [Електронний ресурс] – Режим доступу до ресурсу : <http://selectrenbau.com.ua/mikroklimat-kondyionuvannya-ventylyaciya/>
4. Інженерне обладнання будівель. [Електронний ресурс] – Режим доступу до ресурсу : <http://bibliograph.com.ua/spravochnik-144-inzhenernoe-oborudovanie/>

Дмитро Анатолійович Шпіта— студент групи ТГ-16мі, факультет будівництва, теплоенергетики та газопостачання, Вінницький національний технічний університет, м.Вінниця : DimaShpita95@e-mail.ua

Науковий керівник: **Георгій Сергійович Ратушняк** — канд. техн. наук, професор кафедри теплогазопостачання, Вінницький національний технічний університет, м.Вінниця

Dmitri A. Shpita— Department of Building Heating and Gas Supply, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia, email : DimaShpita95@e-mail.ua

Supervisor: **Heorhiy S. Ratushniak** — Ph.D., Professor of the Chair of Heating, Ventilation and Gas Supply, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia.

Вібраційна площадка з гідроімпульсним приводом для формування бетонних виробів

Вінницький національний технічний університет

Анотація

Розроблені віброплощадки з гідравлічним приводом для ущільнення різних типів будівельних сумішей при формуванні бетонних виробів. Проведені експериментальні випробування підтвердили придатність і практичну доцільність цього устаткування до виробничого застосування.

Ключові слова: вібраційне та віброударні площадки; бетонні суміші; гідравлічний привод; силове імпульсне навантаження; регулювання частоти та амплітуди коливань

Abstracts

Developed vibrating platform with hydraulic drive for compaction of different types of building mixes at forming concrete products. Experimental tests confirmed the suitability and practicality of equipment for industrial applications.

Key word: vibration and shock vibration platforms; concrete mixture; hydraulic drive; forceful pulse load; frequency and amplitude

Ефективність об'ємного віброущільнення бетонної суміші в значній мірі залежить від того, яким чином забезпечено коливальний рух частинок суміші при загальних відносно невеликих питомих енергетичних витратах і можливо менших шкідливих супутніх явищах, шумі та шкідливих вібраціях на робочих місцях.

Віброплощадки є універсальним формувальним обладнанням для формування широкої номенклатури виробів в переносних і пересувних формах. Відомі у промисловості будівельної галузі вібраційні майданчики для різних умов виробництва мають вантажопідйомність від 2 до 40 т.

Ущільнення бетонної суміші здійснюється вібраційними пристроями, що створюють коливання: гармонійні кругові, гармонійні вертикально і горизонтально спрямовані, просторові (багатокомпонентні) і негармонійні віброударні.

Для формування виробів товщиною не більше 30-40 см з малорухомих і помірно жорстких бетонних сумішей традиційно застосовуються віброплощадки з круговими і еліптичними коливаннями. Як показав виробничий досвід в процесі ущільнення відбувається зміщення складових бетонної суміші у формі, а також нерівномірний розподіл величин амплітуди по поверхні віброплощадки. Окрім того, в серійних віброплощадках з круговими коливаннями інколи відсутнє кріплення форм, що збільшує рівень шуму, зношення місць опирання форм, створюється нерівномірність ущільнення по периметру форм.

Як відомо із аналізу відомих публікацій найбільш ефективними для виготовлення плоских будівельних виробів є віброплощадки з вертикально спрямованими коливаннями та з різними типами кріпленнями форм до рами віброплощадки, що сприяє створенню оптимальних умов для надійної її роботи та для більш якісного ущільнення будівельних виробів по всьому об'єму. Слід зауважити, що найбільш суттєвими недоліками серійно віброплощадок з вертикально спрямованими коливаннями є мала надійність і наднормативний шум при застосуванні для збудження коливань переважно дебалансних віброприводів.

В НДЛ гідродинаміки розроблено ряд віброплощадок та супровідного устаткування з вертикальними та горизонтально спрямованими коливаннями, які є достатньо ефективними при виготовленні довгомірних виробів з невеликим поперечним перерізом з помірно та досить жорстких бетонних сумішей. У цих установках для приводу віброплощадок у коливальний рух використовується гідропривід імпульсної дії, який надає змогу здійснювати дистанційне керування основними параметрами віброплощадок у широких діапазонах, а саме: частотою, амплітудою, а

також формою силових імпульсів вібронавантаження. Саме завдяки таким властивостям вдається підбирати найбільш раціональні режими коливаль. Наявність керованого гідроприводу сприяє підбору таких амплітуд та частот, які є найбільш сприятливими для кожного складу та характеристик конкретних бетонних сумішей.

На рисунку схематично зображено віброударний пристрій для ущільнення бетонної суміші у формі (загальний вигляд в розрізі).

Віброударний пристрій для ущільнення бетонної суміші у формі складається з рухомої рами 1, встановленої на підставі за допомогою пружних опор 2, діафрагмовий збуджувач силових імпульсів у вигляді жорстко закріпленого на рухомій рамі 1 корпусу 3 з вертикальними напрямними 4, що утворює із закріпленою на ньому діафрагмою 5 герметичну робочу камеру 6 з гніздом 7, в якому розміщено розподільчий пристрій у вигляді опертості на діафрагму 5 вертикально рухомої втулки 8 з розташованим в її верхній частині кільцевим опорним виступом 9 і підпружиненого щодо нього за допомогою пружини 10 кільцевого обмежувача 11, що охоплює нижню частину вертикальної рухливої втулки 8.

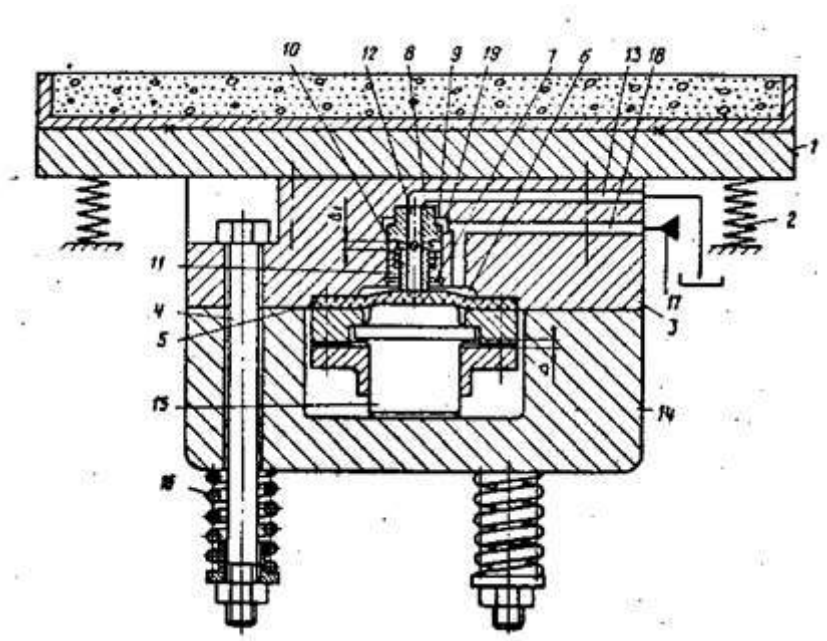


Рисунок. Віброударний пристрій для ущільнення бетонної суміші з гідроприводом

Внутрішня порожнина 12 вертикальної рухомої втулки 8 з'єднана зі зливним каналом 13, діафрагма 5 оперта на днище встановленого на вертикальних напрямних 4 інерційної маси 14 за допомогою штовхача 15, причому, інерційна маса 14 підтиснута до корпусу 3 за допомогою пружин 16. Робоча камера 6 корпусу 3 з'єднана з джерелом створення гідравлічного тиску 17 через напірний трубопровід 18 і порожнину 19.

Віброударний пристрій для ущільнення бетонної суміші у формі працює так. У вихідному положенні інерційна маса 14 підтиснута пружинами 16 до корпусу 3, штовхач 15 притискає діафрагму 5 до вертикальної рухомої втулки 8, яка перекриває напірний трубопровід 18. Робоча рідина подається під тиском в робочу камеру 6 і порожнину 19 корпусу 3 над опорним виступом 9 вертикально рухомої втулки 8, в результаті чого інерційна маса 14 зміщується вниз, а вертикально рухома втулка 8, переміщуючись слідом за мембраною 5, відкриває скидний канал 13, що викликає злив робочої рідини, і інерційна маса 14 під дією пружин 16 повертається в початкове положення, вдаряючи при цьому по корпусу 13. Далі цикл повторюється.

Проведені експериментальні випробування даного віброударного пристрою, які підтвердили придатність і практичну доцільність устаткування до виробничого застосування. Вплив на бетонну суміш при формуванні на цій віброударній площадці принципово відрізняється від звичайного традиційного віброущільнення при гармонійних коливаннях. При формуванні на віброударній площадці з гідравлічним приводом імпульсної дії бетонна суміш отримує вертикально чи горизонтально спрямовані силові імпульси з прискоренням в діапазоні 20-60 м/с² із частотою в межах

від 10 до 70 Гц і підтримується під час вібрування ніби у зваженому стані. При цьому суттєво послаблюються контакти між зернами, а цементне тісто тіксотропно розріджується, якісно заповнюючи порожнечі і витісняючи повітря. Відбувається спресування скелета з крупного заповнювача і проштовхування більш мілких частинок крізь щілини між заповнювачем у розчинній частині будівельної суміші. Отримані результати експериментальних випробувань покладені в основу вдосконалення методики розрахунку конструктивних та привідних параметрів устаткування, а також використані при відпрацюванні технології застосування цього устаткування у виробничих умовах.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Маслов А.Г. Вибрационные машины для приготовления и уплотнения бетонных смесей / А.Г. Маслов, А.Ф. Иткин, Ю.С. Саленко. - Кременчуг: ЧП Щербатих А.В., 2014. - 324 с.
2. Маслов А.Г. Исследование взаимодействия вибрирующей плиты с цементобетонной смесью / А.Г. Маслов, Ю.С. Саленко, Н.А. Маслова // Вісник Кременчуцького національного університету імені Михайла Остроградського. - Кременчук: КДПУ, 2011. - Вип. 2 (67). Частина 1. - С 93 - 98.
3. Коц І.В. Гідропривідні віброплощини для імпульсного ущільнення бетонних сумішей / І.В. Коц, С.Б. Сторожук, О.В. Березюк. – Механіка і фізика руйнування будівельних матеріалів та конструкцій: Збірник наукових праць – Вип.8 – 2009 – Львів – С. 555-562.
4. Коц И.В. Активные рабочие органы с гидроимпульсным приводом технологических машин вибрационного и ударно-вибрационного действия [Текст] / И. В. Коц, С. Б. Сторожук, Н. Н. Кутняк // XII Международная конференция «Стратегия качества в промышленности и образовании». Раздел: Качество в промышленности. София, Болгария, 2016. – 5 с.
5. А.с. № 1206095 (СССР), МПК₄ В28В 1/08. Виброударное устройство для уплотнения бетонной смеси. / Коц И. В., Пономарчук А. Ф., Заика В.И.; Заявитель: Винницкий политехнический институт. – Заявл. 22.05.1984; опубл. 23.01.1986, Бюл. № 3.

Автор доповіді: *Вовк Тетяна Юрївна* – асистент кафедри інженерних систем у будівництві, Вінницький національний технічний університет, м. Вінниця, E-mail: vovktana@ukr.net

The report: *Vovk Tetyana Yu.* – asistent of the chair of engineering systems in construction, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia, E-mail: vovktana@ukr.net

СПОСОБИ ТА УСТАТКУВАННЯ ДЛЯ УТИЛІЗАЦІЇ ТЕПЛОВОЇ ЕНЕРГІЇ ВІД ВИДАЛЕНОГО ВЕНТИЛЯЦІЙНОГО ПОВІТРЯ

Вінницький національний технічний університет

Анотація

Розглянуто актуальність дослідження методів утилізації теплоти видаленого вентиляційного повітря. Проведено аналіз використання низькопотенційної енергії повітря у системах утилізації.

Ключові слова: утилізація, рекуператор, низькопотенційна енергія, теплоносій.

Abstract

It is considered the relevance of research methods of waste heat ventilation air removed. The analysis of the use of low energy air recycling systems.

Key words: recycling, recuperator, low-grade energy, coolant.

Системи кондиціювання повітря є споживачами значної кількості енергії, в тому числі і теплової. Важливою задачею являється скорочення енергозатрат на експлуатацію систем забезпечення мікроклімату, яке може бути досягнуто за рахунок використання відновлювальних джерел енергії.

Аналіз різних типів утилізаторів відбувався за такими критеріями [1,3]:

- ефективність та можливість регулювання;
- вартість та термін окупності;
- зручність експлуатації;
- додаткові енергетичні та матеріальні витрати;
- габаритність та монтаж;
- простота конструкції.

Для дослідження взято такі основні типи утилізаторів:

- пластинчастий утилізатор;
- регенеративний утилізатор;
- утилізатор з проміжним теплоносієм;
- утилізатор на теплових трубках.

Енергетична ефективність для пластинчастих рекуператорів відносно невелика, в найкращих випадках вона досягає 85%. На рис. 1 показано залежність термінів окупності пластинчастого утилізатора, включаючи використання електроенергії на приточні та витяжні вентилятори, в залежності від ефективності (приймаємо діапазон 60-90%), від типу опалення приміщень та від режиму роботи рекуператора [2].

При температурі витяжного повітря 20°C і відносній вологості 40% для утилізатора з ефективністю 60% існує небезпека обмерзання при температурі нижче -5 °C.

Термін окупності роторних, або регенеративних утилізаторів тотожний до термінів окупності пластинчастих утилізаторів. Енергоефективність таких рекуператорів в середньому складає 80%. Малі поздовжні, але відносно великі поперечні габарити. Недоліками є складна конструкція, відносно висока вартість, а також можливе змішування припливного повітря з витяжним.

Термін окупності роторних, або регенеративних утилізаторів тотожний до термінів окупності пластинчастих утилізаторів. Енергоефективність таких рекуператорів в середньому складає 80%. Малі поздовжні, але відносно великі поперечні габарити. Недоліками є складна конструкція, відносно висока вартість, а також можливе змішування припливного повітря з витяжним.

Утилізатори з проміжним теплоносієм малопридатні для індивідуальної вентиляції, тому на практиці їх використовують для центральних систем. Має складну конструкцію (рис. 2) через наявність гідравлічного контуру, більше споживання електроенергії порівняно з іншими утилізаторами (на припливний і витяжний вентилятори та насос для перекачування теплоносія). Потрібне кваліфікаційне обслуговування.

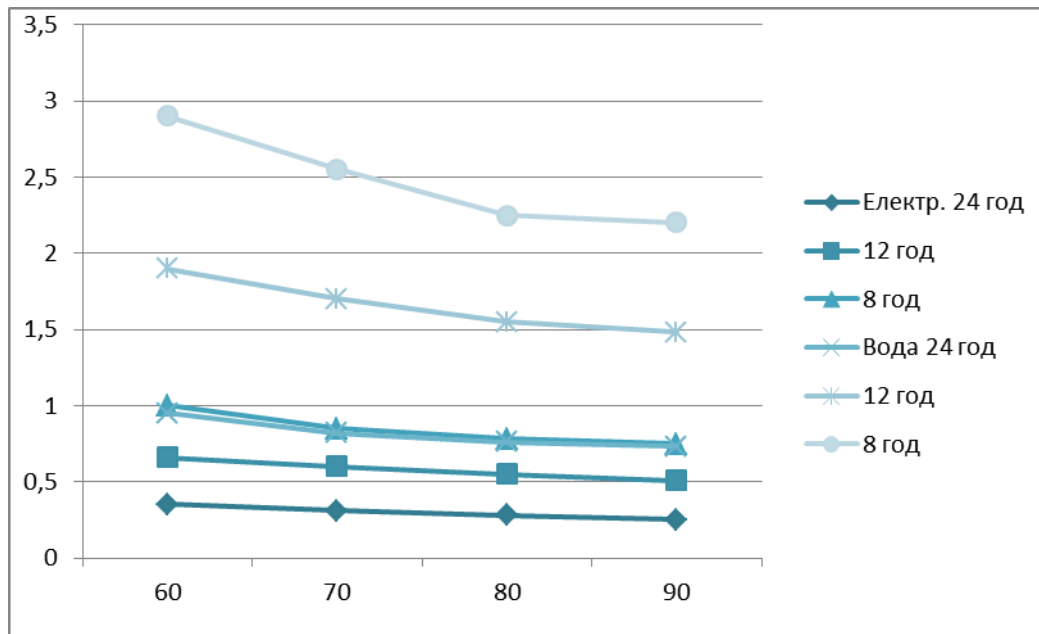


Рис. 1. Термін окупності пластинчастих утилізаторів [3]

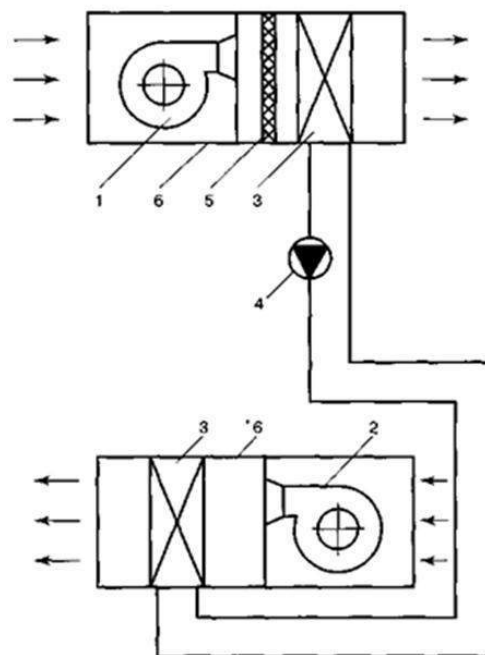


Рис. 2 – Принципова схема утилізатора з проміжним теплоносієм: 1 – припливна вентустановка, 2 – витяжна вентустановка, 3 – теплообмінник, 4 – циркуляційний насос, 5 – фільтр, 6 – корпус утилізатора

Ефективність утилізатора на базі теплових трубок має високу енергоефективність (до 80 %), малі габарити. Однак в зв'язку зі складністю конструкції і експлуатації такі системи не використовуються для житлових будівель.

Висновок

Виконано аналіз співвідношень питомих витрат енергії утилізаторів різного типу в залежності від витрати повітря і температури зовнішнього повітря, визначені умови раціонального впровадження кожного з типів систем утилізації на практиці.

Список використаної літератури

1. Серов С. Ф., Милованов А. Ю.. Поквартирная система вентиляции с утилизаторами теплоты// АВОК. 2013. №2. – с. 28-34.
2. Наумов А. Л., Серов С. Ф., Будза А. О. Квартирные утилизаторы теплоты вытяжного воздуха // АВОК. 2012. № 1. – с. 31-38.
3. Иванов О. П. Анализ сроков окупаемости пластинчатого и роторного теплоутилизаторов / О.П. Иванов. – Научный журнал НИУ ИТМО. Серия «Холодильная техника и кондиционирование». №1, 2007. – с. 18-26.
4. Цуй Яньмэй. Метод термодинамического анализа эффективности рекуперативных и регенеративных утилизаторов с паропроницаемой насадкой : диссертация ... кандидата технических наук : 05.04.03 / Цуй Яньмэй; [Место защиты: С.-Петерб. гос. ун-т низкотемператур. и пищевых технологий]. – Санкт-Петербург, 2009. – 141 с.

Автор доповіді: *Бадяка Олег* – студент, Вінницький національний технічний університет, м. Вінниця, E-mail: oleg.badyaka@ukr.net

Науковий керівник: *Коц Іван Васильович* – кандидат технічних наук, професор кафедри інженерних систем у будівництві, Україна, м. Вінниця, Вінницький національний технічний університет, Email: ivkots@i.ua

The report: *Badyaka Oleg V.* – student, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia, E-mail : oleg.badyaka@ukr.net

Supervisor: *Kots Ivan V.* — Ph. D. (Eng.), professor of the department of engineering in construction, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia, Email: ivkots@i.ua

АНАЛІЗ ОСОБЛИВОСТЕЙ ПРОЕКТУВАННЯ СИСТЕМ ВЕНТИЛЯЦІЇ БУДІВЕЛЬ ДЕЛЬФІНАРІЇВ В УКРАЇНІ

Вінницький національний технічний університет

Анотація

В даній доповіді проаналізовано особливості проектування систем вентиляції будівель дельфінаріїв в Україні. Наведено основні види та засоби вентиляції приміщень дельфінаріїв. Визначено основні параметри середовища, які є оптимальними для дельфінаріїв.

Ключові слова: вентиляція, повітрообмін, температурний режим, мікроклімат, вологість, вентиляційні установки, басейн, параметри повітря, дельфінарій.

Abstract

In this report analyzes the features of the design of ventilation systems of buildings dolphinariums in Ukraine. Been given the main types and ventilation equipment dolphinariums. The main parameters of the environment, which is optimal for dolphinariums.

Keywords: ventilation, air, temperature, climate, humidity, ventilation systems, swimming pool, air parameters, dolphinarium.

Вступ

В будь-якому дельфінарії повинна бути створена комфортна і приємна обстановка. Наявність протягів, низька температура повітря і води, висока вологість – усе це несприятливі умови перебування у приміщенні дельфінарію.

Правильно функціонуюча вентиляція дельфінарію і достатній повітрообмін можливий у тому випадку, якщо вся система виконана у відповідності з проектом.

Результати досліджень

Розрахунок вентиляції басейнів дельфінаріїв здійснюється з урахуванням багатьох параметрів, внаслідок чого вибирається вентиляційна система. Сюди входить розміри приміщення, конструктивні особливості будівлі, використовується опалювальна система. Крім цього проводиться розрахунок повітрообміну, схема прокладки вентиляційних каналів, вибір осушувачів і місце їх монтажу, та багато іншого.

Враховується і кількість води в басейні в залежності від місяців року, періодичність користування басейном, коли він використовується активно, а коли знаходиться в неробочому стані.

За дотримання всіх цих параметрів повинна відповідати правильно влаштована схема вентиляції. Збільшення вологості, що може бути викликано підвищенням температури повітря або води, сприятиме розвитку хвороботворних бактерій і грибків, цвілі, що в кінцевому підсумку негативно відбиватиметься на здоров'ї людей, дельфінів та на конструкціях будівлі і самого басейну[1].

Система вентиляції, що працює в автоматичному режимі, підтримує оптимальні кліматичні умови, необхідні для нормального функціонування всіх пристроїв басейну і здоров'я людей. Всі вентиляційні роботи повинні здійснюватися у відповідності з будівельними нормами і правилами, а також відповідати санітарним вимогам.

Для створення оптимального мікроклімату в басейні дельфінарію можуть використовуватися:

- Системи вентиляції припливно-витяжні;
- Вентиляційні системи каналного типу з включенням теплової установки з контуром, заповненим фреоном.
- Настінні моноблоки проводять осушення повітряних мас;
- Комплексні вентиляційні системи, до складу яких входять осушувачі, рекуператори або теплові установки;

Припливно-витяжна вентиляція в басейні повинна підтримувати такі показники:

1. Відносну вологість (не більше 65%).
2. Температурний режим води (не більше 30°C).
3. Температурний режим повітря (не більше 35°C).
4. Приплив повітря з розрахунку не менше 20 м³/год на одну людину.
5. Швидкість переміщення повітря (не більше 0,2 м / сек).
6. Концентрація в повітрі хлору (не більше 0,1 мг / м³).

Мета припливно-витяжної вентиляції в забезпеченні руху повітря в двох напрямках – надходження і витяжка відпрацьованого повітря.

Настінні моноблоки, що застосовуються для осушення повітря, можуть застосовуватися в тому випадку, коли немає можливості встановити перший тип вентиляції. Їх завдання полягає в обробці повітряних мас, шляхом їх охолодження, внаслідок чого випадає конденсат, який видаляється через систему каналізації, а осушені повітряні маси повертаються назад, звідки були взяті.

У завдання комплексних вентиляційних систем входить не просто вентилявання приміщень, але також обігрів приміщення, де розташований басейн, підігрів води в ньому, видалення надлишків вологи з навколишнього повітря. Порівняно з усіма іншими системами ця є найбільш складною і дорогою, оскільки забезпечує необхідні умови відразу за всіма показниками в автоматичному режимі з використанням новітніх розробок в цій області[2].

Приміщення дельфінарію – передусім високий рівень вологості і брак свіжого повітря, тому вибираючи обладнання, потрібно, щоб воно відповідало критеріям температури води, температури приміщення і відносної вологості. Оптимальним набором обладнання для цих цілей служить припливно-витяжна установка + промисловий осушувач повітря.

Припливно-витяжна установка забезпечить загальнообмінну вентиляцію, а осушувач повітря знизить рівень вологи, створюючи таким чином комфортний мікроклімат в басейні.

Висновок

Вентиляція дельфінарію не тільки створює комфорт, але і захищає обробку і елементи конструкцій приміщення від корозії і цвілі, які можуть виникнути через надмірної вологості повітря. Саме тому для басейну завжди організовують окрему систему вентиляції повітря, яка працює в постійному режимі, контролюючи і підтримуючи параметри повітря на заданому рівні[3].

Системи вентиляції передбачають створення і підтримання в приміщеннях дельфінаріїв найкращого режиму:

- Температура води в басейні – 26-28°C
- Температура повітря в приміщенні – 28-30°C
- Вологість повітря взимку – 50%
- Вологість повітря влітку – 60-70%

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Маляренко В. А. Енергетичні установки / В. А. Маляренко / Навчальний посібник. – Х.: САГА, 2008. – 320 с.
2. Орлов К. С. Монтаж санитарно-технических, вентиляционных систем и оборудования / К. С. Орлов / . – М.: Академия, 1999. – 352с.
3. [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://dovidkam.com/remont/opalennja/ventilyaciya-basejnu-osoblivosti-rozrahunku-ta-vibir-pravilnogo-obladnannya.html>

Гріщенко Анастасія Анатоліївна — студент групи БТ-146, факультет будівництва теплоенергетики та газопостачання, Вінницький національний технічний університет, м. Вінниця, nastya.hrischenko@gmail.com.

Науковий керівник: **Пономарчук Ігор Анатолійович** – к. т. н., доцент кафедри теплогазопостачання, Вінницький національний технічний університет, м. Вінниця, ponomartchuk.ia@gmail.com

Grishchenko Anastasiia – Faculty for Civil Engineering, Thermal Power Engineering and Gas Supply, Vinnytsia national technical university, Vinnytsia city, nastya.hrischenko@gmail.com.

Ponomarchuk Igor - PhD, docent of Heat and Gas Supply Department, Faculty for Civil Engineering, Thermal Power Engineering and Gas Supply, Vinnytsia national technical university, Vinnytsia city, ponomartchuk.ia@gmail.com.

Вінницький національний технічний університет

Актуальність модернізації теплових мереж

Анотація: Незадовільний технічний стан об'єктів теплової енергетики, застарілий житловий фонд спричиняють надмірні втрати тепла при виробництві, транспортуванні і споживанні. В роботі розглянуто питання актуальності модернізації теплових мереж. Показані перспективи впровадження попередньо ізольованих труб.

Ключові слова: енергозбереження, тепломережа, теплові втрати.

Abstract: Poor technical condition of thermal power plants, outdated housing stock caused by excessive heat loss in the production, transportation and consumption. The paper considered Relevance upgrading heating systems. Showing prospects introduction of pre-insulated pipes.

Keywords: energy saving, heating system, thermal loss.

Теплова енергетика та сфера споживання теплової енергії України сьогодні перебувають в кризовому стані, що негативно впливає на рівень енергетичної і національної безпеки країни. Серед головних факторів, які суттєво впливають на ситуацію що склалася: незадовільний технічний стан об'єктів теплової енергетики, застарілий житловий фонд, які спричиняють надмірні втрати тепла при виробництві, транспортуванні і споживанні.

Теплові мережі в своїй більшості також мають значний ступінь зношення та не обладнані сучасними видами теплогідроізоляції, 15,8% від загальної протяжності мереж є аварійними. Експлуатація морально застарілого та фізично зношеного обладнання призводить до перевитрат палива до значного забруднення навколишнього середовища. Кожен третій житловий будинок потребує капітального ремонту. В аварійному стані перебуває більше третини водопровідно-каналізаційних та теплових мереж, близько 30 % теплових пунктів. Існує гостра необхідність у модернізації системи опалення і гарячого водопостачання на всіх рівнях.

Тепломагістралі прокладалися ще у 60-70-х роках минулого століття. Строк експлуатації 25-30 років. Цей термін вже давно вичерпався. Так, технічний стан тепломереж міст незадовільний, зношеність майже 80%, те, що це обладнання досі працює і експлуатується у належному стані – заслуга працівників, які постійно заняті ремонтом хоча, значно важливо було б постійно витрачати частину коштів на постійну модернізацію мереж. Без належних теплових мереж не може успішно працювати жодне підприємство теплової генерації.

Відомо, що більшість теплових втрат відбувається при транспортуванні теплоносія. Згідно зі статистикою в мережах теплопостачання через їх неналежний стан втрачається до 75% виробленої теплоти [1], саме тому цілком очевидно, що потрібно приділяти належну увагу саме проблемам енергозбереження на теплових мережах. Ще з 60-х років в європейських країнах масово використовуються попередньо ізольовані труби. Вважається, що втрати теплової енергії в таких трубах становить до 5%, вони не потребують додаткових витрат коштів на захист від корозії і мають ряд інших переваг.

Проведені нами обстеження зовнішнього стану теплових мереж в районі житлового масиву, що примикає до території ВНТУ (район «Вишенька» м. Вінниця) показують, що через не якісну теплоізоляцію, а швидше всього через її відсутність, навіть при мінусовій температурі на поверхні землі, над тепломережою відсутній сніг (рис.1). Такий вигляд «тепломереж» носить масовий характер.

Через те, що великі втрати теплової енергії відбуваються саме в мережах, виробники теплової енергії вимушені це враховувати шляхом підняття температури теплоносія на виході з ТЕЦ. На теплові втрати тепломереж впливає не тільки якість теплової ізоляції, наявність протікань і монтаж теплотрас, а й температура теплоносія [2]. Відомо, що при розрахунку теплових втрат теплопроводів при зовнішній прокладці враховуються дві складові: втрати теплоти з випромінюванням і з тепловіддачею. Втрати теплової енергії Q , наприклад, неізольованим теплопроводом задовільно можна оцінити за допомогою такої простої формули:

$$Q = F_{\text{тр}} (T_{\text{п}} - T_{\text{о}}) (\alpha_{\text{к}} + \alpha_{\text{л}}),$$

де: $F_{\text{тр}}$ – площа поверхні теплопроводу,

T_p – температура поверхні теплопроводу,

T_o – температура навколишнього середовища,

$\alpha_k, \alpha_{л}$ – відповідно, коефіцієнти конвективної тепловіддачі і тепловіддачі випроміненням.



Рис 1. Зовнішній вигляд
поверхні землі над тепломережою (січень місяць 2017)

Втрати тепла на трубопроводі, ізолюваному мінеральною ватою, діаметром 200 мм з температурою теплоносія 75°C і температурі зовнішнього повітря 13°C склали $140 \text{ ккал} / \text{м} \cdot \text{год}$. А при ізоляції пінополіуретаном - $18 \text{ ккал} / \text{м} \cdot \text{год}$. Різниця становить $122 \text{ ккал} / \text{м} \cdot \text{год}$ на користь попередньо ізолюваних труб. Беручи тривалість опалювального сезону 6 місяців або 4320 годин, легко отримати величину додаткових втрат з одного погонного метра труби:

$$122 \times 4320 = 527040 \text{ кілокалорій.}$$

Враховуючи те, що теплотворність вугілля $4900 \text{ ккал} / \text{кг}$ і ККД тепло генеруючого агрегата 85%, нескладно визначити, що для вироблення такої кількості тепла буде потрібно близько 126 кг вугілля. На одному кілометрі теплотраси додаткові втрати тепла за опалювальний сезон будуть вже такі, що для їх компенсації буде потрібно спалити 126 т вугілля.

Таким чином, вирішення проблеми енергозбереження наряду з утепленням житлових будинків, іншими організаційно-технічними заходами, які сьогодні проводяться, необхідно негайно проводити термомодернізацію теплових мереж.

Список використаної літератури:

1. С.Ф. Єрмілов, В.М. Гесць, Ю.П. Яценко, В.В. Григоровський, В.Е. Лір та ін. «Енергоефективність як ресурс інноваційного розвитку: Національна доповідь про стан та перспективи реалізації державної політики енергоефективності у 2015 році» . – К., НАЕР, 2016. – 93с.
2. Расчет тепловых потерь неизолированными трубопроводами при наземной прокладке: метод. указания. // ЭСКО Электронный журнал энергосервисной компании «Экологические системы». – 10/2005. – <http://esco-ecosys.narod.ru/>

Автор доповіді: Шарандак Олександр Сергійович, студент, Вінницький національний технічний університет, м. Вінниця, E-mail: sharandack.oleksander@yandex.ua

Науковий керівник: Сердюк Василь Романович – доктор технічних наук, професор, завідувач кафедри інженерних систем у будівництві, Україна, м. Вінниця, Вінницький національний технічний університет, E-mail: modser@i.ua

The report: Sharandak Alexander S. – student, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia, E-mail : sharandack.oleksander@yandex.ua

Supervisor: Serdyuk Vasil R. — D. Science (Eng.), professor, Head of the chair of engineering systems in construction, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia, E-mail: modser@i.ua

КЛАСИФІКАЦІЯ ЕНЕРГОЕФЕКТИВНОСТІ ТА ОСНОВНІ ХАРАКТЕРИСТИКИ КОМПРЕСОРІВ ХОЛОДИЛЬНИХ МАШИН

Вінницький національний технічний університет

Анотація

Розглянуто основні види компресорів холодильних машин що використовуються в сучасному холодильному обладнанні, їхні переваги та недоліки, характеристики та режими роботи.

Ключові слова: компресор, холодоагент, поршковий, ротаційний, гвинтовий

Abstract

The main types of compressors of refrigerators used in modern refrigeration, their advantages and disadvantages, features and modes.

Keywords: compressor, refrigerant piston, rotary, screw

Вступ

Установки, що виробляють штучний холод, широко застосовують у багатьох галузях народного господарства. Холодильна установка являє собою комплекс холодильних машин, обладнання, трубопроводів та інших пристроїв, що забезпечують виробництво штучного холоду. Холодильна машина включає технічні елементи, за допомогою яких здійснюється перенесення теплоти від середовища з низькою температурою до середовища з більш високою температурою за рахунок споживаної при цьому енергії.

Результати роботи

Компресор - основний елемент холодильної машини, призначений для відсмоктування пари холодоагенту з випарника, стиснення пари і переміщення холодоагенту в машині. Енергія, що підводиться двигуном до вала компресора і перетворюється в ньому в енергію стисненої пари, забезпечує здійснення холодильного циклу.

У випарнику холодоагент кипить за рахунок теплоти, що надходить від середовища, що охолоджується. В результаті кипіння утворюється пара, яка відсмоктується компресором, який підтримує у випарнику заданий тиск і температуру кипіння.

Необхідною умовою підтримки постійної величини параметрів p_0 і t_0 в випарнику для сталого режиму є відповідність холодопродуктивності компресора і теплового потоку в випарнику. В цьому випадку вся пара, що утворилася в випарнику відсмоктується компресором.

Стиснутий в компресорі пар, що має високі тиск і температуру, направляється в конденсатор, де віддає теплоту навколишньому середовищу. В результаті передачі теплоти пар конденсується і утворена рідина після пониження тиску до p_0 надходить у випарник.

Холодильні компресори, на відміну від загальнопромислових (повітряних), мають такі особливості:

залежно від зовнішніх умов (температури в охолоджуваному об'єкті і температури навколишнього середовища) працюють при різних тисках нагнітання і всмоктування;

працюють з холодоагентами, що мають різні фізичні та хімічні властивості (густина, в'язкість, текучість, хімічну активність, тощо);

технічною характеристикою (крім масової або об'ємної подачі робочої речовини) є холодопродуктивність;

- усмоктувана пара може містити краплі рідини, які зменшують холодопродуктивність, порушують систему змащення і призводять до гідравлічного удару.

Класифікація компресорів

За принципом дії компресори ділять на дві основні групи:

компресори об'ємного стиснення, в яких пара холодоагенту стискається завдяки зменшенню замкнутого обсягу робочого простору, це - поршкові, гвинтові і ротаційні машини;

компресори динамічного стиснення, в яких процес стиснення відбувається при безперервному примусовому переміщенні робочої речовини через проточну частину компресора (при цьому кінетична енергія потоку переходить в потенційну), це відцентрові, осьові і вихрові машини.

Для тільки що випущених холодильних компресорів об'ємного стиснення прийняті наступні умовні позначення: П - поршневий (сальниковий), ПБ - поршневий безсальниковий, ПГ - поршневий герметичний, Р - ротаційний (сальниковий), РБ - ротаційний (безсальниковий), ГХ - гвинтовий (сальниковий), ГБ - гвинтовий безсальниковий.

Залежно від виду застосовуваного холодоагенту компресори діляться на аміачні і хладонові (R12, R22, R502 та ін.) В даний час випускають уніфіковані компресори, які можуть бути використані для роботи на різних хладагентах.

Залежно від температурного діапазону роботи компресори поділяють на високотемпературні (від 10 до -15°C), середньотемпературні (від -10 до -30 °C) і низькотемпературні (нижче -30 °C).

За холодопродуктивністю компресори, як і машини, для яких вони призначені, умовно ділять на малі ($Q_0 < 15$ кВт), середні ($Q_0 = 15-120$ кВт) і великі ($Q_0 > 120$ кВт).

По частоті обертання вала розрізняють компресори з частотою обертання 12, 16, 25 і 50 с-1.

За ступенем герметичності компресори класифікують на відкриті (сальникові), напівгерметичні (безсальникові) з вбудованим електродвигуном, але з від'ємними кришками і герметичні з вбудованим електродвигуном в завареному кожусі без роз'ємів.

Залежно від типу приводу компресори бувають з електродвигунами, двигунами внутрішнього згоряння та ін.

Висновки

Встановлено, що незважаючи на велику кількість варіантів конструкції і принципу роботи основним типом компресорів що застосовується на сьогодні є – поршневий компресор, який має високі показники довговічності, продуктивності і масовості застосування

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Саун І.А. и др. Тепловые и конструктивные расчеты холодильных машин. - Л.:Машиностроение, 1987. - 424с.
2. Чумак І.Г., Чепурненко В.П., Оніщенко В.П. та ін. Холодильні установки. - Одеса:Пальміра, 2006 - 552с.
3. Компресори холодильних [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://mybiblioteka.su/tom2/2-64909.html>

Мандибур Василь Володимирович — студент групи БТ-13, факультет будівництва теплоенергетики та газопостачання, Вінницький національний технічний університет, Вінниця, e-mail: vasulmandubura@mail.ru

Науковий керівник: **Титко Олег Васильович** — канд. техн. наук, доцент кафедри теплогазопостачання, Вінницький національний технічний університет, м. Вінниця

Mandybura Vasyl V.— Department of Building Heating and Gas Supply, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia, email : vasulmandubura@mail.ru

Supervisor: **Titko Oleh V.**— Cand. Sc. (Eng), Assistant Professor of Building Heating and Gas Supply, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia

ПАСИВНІ МЕТОДИ ОХОЛОДЖЕННЯ СУЧАСНИХ БУДИНКІВ

Вінницький Національний Технічний Університет

Анотація. Розглянуто проблему охолодження сучасних будинків, у світлі світових тенденцій підвищення цін на енергоресурси.

Ключові слова: охолодження, способи, пасивні, активні, альтернативність.

Abstract. The problem of cooling the modern buildings, in the light of increasing global trends in energy prices.

Keywords: cooling, methods, passive, active, alternative.

Проблеми надмірно високої енергозатратності України пов'язані з її минулим. В середині 70-х років колишній СРСР забезпечував внутрішнє споживання дешевих вуглеводів і став ведучим експортером нафти. Наявність дешевої енергії привела до послаблення енергозберігаючих тенденцій, енергетична складова в більшості собівартості більшості видів продукції скоротилась до 5-7%. Найбільшим злом стало те, що енергозберігаючі заходи в багатьох випадках стали рахуватись економічно не ефективними при проектуванні нового обладнання, будівельних об'єктів.

На протязі останніх років у світі спостерігається тенденція підвищення цін на енергоресурси, головним чином через їх вичерпність, а також через налагодження нових і руйнування уже існуючих політичних та економічних стосунків між державами. Ця проблема підвищення цін, а відповідно і тарифів для населення не залишила осторонь і Україну. Актуальність енергозбереження для України підтверджується порівняльними даними енергоємності ВВП України та окремих країн світу (рис. 1).



Рис. 1 Енергоємність ВВП України та окремих країн світу, кг у. п. / \$ США

Якщо в холодний період часу будівлі необхідно опалювати, то жаркий період виникає потреба їх охолоджувати. Проблема підвищення цін на енергоносії автоматично приводить до зростання витрат на охолодження будівель. Проблема охолодження стає особливо актуальною для жителів південних регіонів, зокрема і південних областей України.

Завдяки більш герметичним вікнам не відбувається природна циркуляція повітря, зокрема і через відсутність щілин у порівнянні з дерев'яними варіантами вікон, тому при цьому не відбувається і процес охолодження повітря.

Для вирішення проблеми охолодження використовуються активні методи, які потребують затрат енергії, пасивні та комбіновані системи охолодження. До активних способів охолодження будівлі слід віднести: кондиціонери; фанкойли; теплові насоси.

З позицій актуальності енергозбереження в умовах постійного зростанні вартості електроенергії зростає інтерес до пасивних методів охолодження. Протягом тисячоліть людство накопичило великий досвід вирішення цієї проблеми. До пасивних методів охолодження будівлі можна віднести

такі: правильне розміщення будинку на території ділянки; обладнання будинку навісами (маркізи), шторами або жалюзі; розпланування внутрішнього дворику; включення водних об'єктів до території біля будинку (фонтани або басейн); висадження рослин на покрівлях; нанесення на покрівлі фарб, що мають відбиваючі властивості; встановлення на покрівлях фотонічних відбиваючих панелей.

Висадження рослин на покрівлях будинків – це так звана «зелена покрівля» буває двох типів: екстенсивна – не передбачає перебування людей, товщина шару ґрунту близько 0,07...0,15 м. і інтенсивна – дозволяє і навіть передбачає перебування людей, дозволяє облаштовувати зону відпочинку, тому мають бути перила висотою не менше 1,2 м, товщина шару ґрунту 0,2...0,6 м. Варто зазначити, що висадження рослин на покрівлях забезпечує додаткову теплоізоляцію покрівлі взимку, зменшує перегрів покрівлі влітку та навантаження на водовідведення і каналізацію.

Нанесення на покрівлю та фасади фарбуючих засобів, які відбивають інфрачервоні промені зменшуючи їх перегрів від сонячної радіації. На відміну від всіх інших традиційних засобів захисту від перегріву таке рішення є і інноваційним.

В країнах з жарким кліматом для зниження перегріву в приміщеннях використовується «маркіза». Маркіза - це легкий навіс, на тканинній основі і каркасі, який кріпиться до стіни і може складатися при необхідності. (Енциклопедичний словник Брокгауза і Ефрона). Вона відома давним-давно і її основна функція - захищати оселю від сонця і давати тінь в приміщенні, виключаючи його перегрів. Маркізу монтують один раз, а на час холодів не знімають, а просто складають, вона являє собою особливу сонцезахисну конструкцію на тканинній основі [1].

Команда Стенфордського університету технічних наук розробила абсолютно нову форму панелі охолодження. Панелі виготовлені з кварцу і карбїду кремнію, майже не поглинають сонячне світло. При цьому вони дуже ефективно випромінюють тепло в ключовому діапазоні частот, необхідних для уникнення атмосфери Землі (рис. 2). Новий пристрій здатний досягти чистої потужності охолодження понад 100 Вт на квадратний метр. [2]

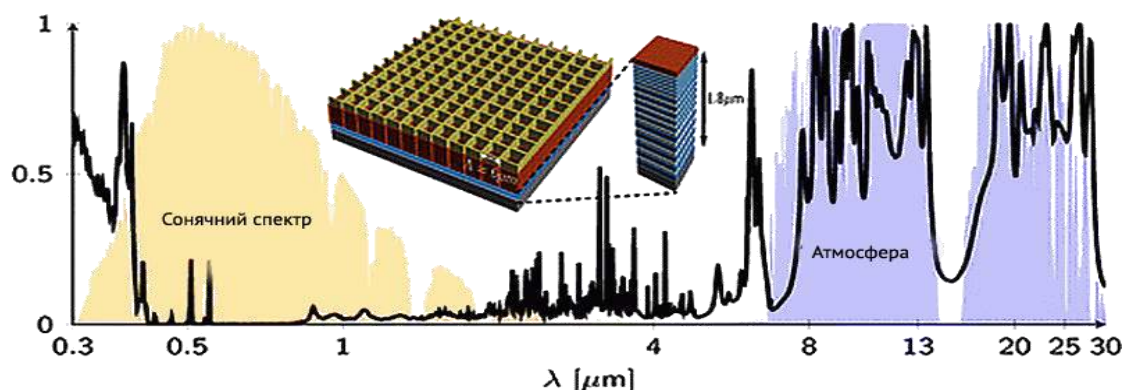


Рис. 2 Схема панелей та частота випромінювання теплових хвиль

Зазначені панелі, змінюючи частоту сонячного спектру забезпечують їм властивості повернення в космос, що являється важливим фактором послаблення фактору парникового ефекту.

Цілком очевидно, що для охолодження будівлі в кожному окремо взятому випадку мають максимально використовуватись пасивні методи в поєднанні з активними враховуючи економічну доцільність. Як свідчить практика найбільше поширення отримали комбіновані методи захисту будинків від перегріву.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Маркізи. Електронний ресурс. Режим доступу: <http://www.blinds.ru/awnings/>.
2. Ultrabroadband Photonic Structures To Achieve High-Performance Daytime Radiative Cooling [Електронний ресурс] Режим доступу: <http://nanotechnologytoday.com/2013/03/s-to.html>

Назаренко Михайло Володимирович, Вінницький Національний Технічний Університет; Факультет будівництва, теплоенергетики та газопостачання; студент групи БТ - 15, e-mail: nazarenko.mishka@gmail.com Керівник: **В. Р. Сердюк**

Mikhail V. Nazarenko, Vinnytsia National Technical University, Faculty for Civil Engineering, Thermal Power Engineering and Gas Supply; a student group CE - 15, Supervisor: Vasil R. Serdjuk

ОГЛЯД СТАНУ РОЗВИТКУ БУДІВНИЦТВА ПАСИВНИХ БУДИНКІВ В УКРАЇНІ

Вінницький національний технічний університет

Анотація

В роботі розглядається розвиток будівництва пасивних будинків в Україні. Визначальні конструктиви та переваги будівництва пасивних будинків.

Ключові слова: конструкція, теплоізоляція, енергозбереження, пасивний будинок.

Abstract

The relevance and design features of the construction of "passive" houses. We consider the development of passive houses in Ukraine.

Keywords: construction, insulation, energy conservation, passive house.

Вступ

Пасивним будинком називають енергоефективний будівельний стандарт, який створює комфортні умови проживання, одночасно є економічним і надає мінімальний негативний вплив на навколишнє середовище.[1].

Термін «пасивний будинок» стосується ретельно розробленого й зареєстрованого у Німеччині стандарту енергоефективності у будівлях. У 1996 році творцями пасивного будинку була розроблена комп'ютерна програма PHPP (Passive House Planning Package) для перевірки енергетичного балансу при проектуванні пасивних будинків, а також перевірки проектних рішень при модернізації старих будівель. Після цього, почалося масове будівництво таких будинків. До 2013 року було побудовано більше 50 000 пасивних будинків по всьому світу.

В Європі критеріями для пасивного будинку є:

- питома витрата теплової енергії на опалення, визначена розрахунками в програмі «Пакет планування Пасивного Будинку» (PHPP), не повинна перевищувати $15 \text{ кВт} \cdot \text{год}/(\text{м}^2 \cdot \text{рік})$;
- або навантаження на опалення $\leq 10 \text{ Вт} \cdot \text{м}^2$
- спеціальні вимоги попиту охолодження будівлі $\leq 15 \text{ кВт} \cdot \text{год}/(\text{м}^2 \cdot \text{рік})$
- щорічний період перегріву (температура в приміщенні вище 25°C) $\leq 10 \%$
- результат тесту на герметичність (N50) $\leq 0,6$ зміни повітря/ год. [1,2]

Ммаксимальне теплове навантаження пасивного будинку залежить від регіонального клімату. Пасивний Будинок потребує різних рівнів теплоізоляції: в Стокгольмі — більше теплоізоляції, в Римі - менше. Втрати енергії за умов її правильного облаштування в пасивному будинку знижуються до 20 разів у порівнянні зі звичайним будинком. Пасивні будівлі добре тримають тепло взимку, а влітку зберігають прохолоду. Завдяки достатній теплоізоляції перепади температур у таких будинках невеликі. Вона влаштовується на стінах ззовні і зсередини, на стелях, у підлозі, добре теплоізолюється також горище, підвал, фундамент. Утеплювачами є природні матеріали, можуть бути ефективні (мінеральна вата, пінополістирол, целюозна теплоізоляція) та високоефективні (пінополіуретан). А у Німеччині, наприклад, використовується вакуумна теплоізоляція. Для будівництва, як правило, вибираються екологічно коректні матеріали, часто традиційні — дерево, камінь, цегла. Останнім часом часто будують пасивні будинки з продуктів рециклізації і неорганічного сміття — бетон а, скла і металу. В Німеччині побудовані спеціальні заводи з переробки таких відходів у будівельні матеріали для енергоефективних будівель.

Отже, відмітимо 5 важливих складових пасивного будинку:

- виключно високий рівень теплоізоляції;
- добре ізольовані віконні рами з потрійним низько енергетичним склом;
- конструкція вільні від теплових містків;

- герметична оболонка будівлі;
- комфортна вентиляція з високою ефективною рекуперацією тепла.

В аспекті екологічних проблем сьогодення розвиток пасивних будинків є необхідним. Технології, використані у пасивному будинку, розробляються і впроваджуються у будівництво з 70-х років минулого століття. Перший енерговигідний (тобто пасивний) і екологічно чистий будинок в Україні побудований на ділянці землі розміром в 250 квадратних метрів.

Саме технічні рішення, які використовуються, в пасивному будинку, вимагають великих витрат, але завдяки їм, ви зможете зробити свій будинок незалежним від подорожчання енергоносіїв, або перебоїв електрики. Найбільша економічна вигода пасивного будинку виходить при опаленні - витрати більш ніж в 10 разів нижче, ніж в звичайному будинку. Будівництво пасивного будинку з впровадженням всіх можливих енергоефективних рішень обійдеться вам в середньому на 30% дорожче будівництва звичайного будинку, точно такого ж за площею. Але за рахунок зниження витрат на електро- і теплопостачання витрати окупаються протягом 5-7 років (при постійних цінах на енергоносії). З урахуванням витрат на підігрів води та забезпечення інших побутових потреб витрата енергії пасивного будинку не перевищує 42 кВт /м² на рік. При цьому, на потреби будинку з житловою площею 100 м² на рік витрачається не понад 4200 кВт в місяць. А якщо врахувати постійно зростаючі тарифи на комунальні послуги, можна з упевненістю сказати про безсумнівному розвитку пасивного будівництва в майбутньому.

При проектуванні складається енергетичний баланс, щоб переконатися, що всі ці деталі ідеально узгоджені. Цей баланс, створений за допомогою Пакету Планування Пасивних Будинків PHPP, розробленого РНІ (Німеччина). [3].

Висновок.

Пасивний будинок являє собою будинок з гранично мінімізованими тепловими втратами, оптимально орієнтоване по сторонах світу, органічно вписане в навколишній ландшафт. В ідеалі пасивний будинок є незалежною енергосистемою, взагалі не вимагає витрат на підтримку комфортної температури. Вся необхідна енергія для життєдіяльності людей повинна вироблятися всередині самого будинку. В Україні на даний час напрямок будівництва «пасивний будинок» лише набирає обертів, але немає нормативної та державної підтримки.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Пасивний будинок [Електронний ресурс]. https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%9F%D0%B0%D1%81%D0%B8%D0%B2%D0%BD%D0%B8%D0%B9_%D0%B1%D1%83%D0%B4%D0%B8%D0%BD%D0%BE%D0%BA
2. Пасивний будинок: енергетична незалежність [Електронний ресурс]. – <http://www.epochtimes.com.ua/life/life/pasyvnyj-budynok-energetychna-nezalezhnist-71513.html>
3. Пасивний або енергоефективний будинок [Електронний ресурс]. – <http://te.zavantag.com/docs/1649/index-1405.html>
4. Закон України «Про енергозбереження - Верховна Рада України [Електронний ресурс]. – Режим доступу до ресурсу: <http://zakon5.rada.gov.ua/laws/show/74/94-%D0%B2%D1%80>
5. Інженерне обладнання будинків і споруд. Природне і штучне освітлення ДБН В.2.5-28- 2006– [Чинний від 2006–10-01]. – К.: Міністерство будівництва України, 2006. – 171 с. – (Державні будівельні норми України)
6. Конструкції зовнішніх стін із фасадною теплоізоляцією. Вимоги до проектування, улаштування та експлуатація: ДБН В.2.6-33:2008 – [Чинний від 2009–07-01]. – К.: Міністерство будівництва України, 2009. – 28 с.
7. Ратушняк Г. С., Анохіна К.В. Аналіз методів математичного моделювання для визначення теплопередачі через багатошарові захисні конструкції. Сучасні технології, матеріали і конструкції в будівництві. - Вінниця: УНІВЕРСУМ-Вінниця. - 2007. - С. 137-141.

Берещук Альона Віталіївна, студентка групи ЗБ-16, факультет будівництва, теплоенергетики та газопостачання, Вінницький національний технічний університет, м.Вінниця, tgp16b.bereschchuk@mail.ru

Панкевич Ольга Дмитрівна, кандидат технічних наук, доцент кафедри інженерних систем в будівництві, Факультет будівництва, теплоенергетики та газопостачання, Вінницький національний технічний університет, м. Вінниця.

Bereshchuk Alona Vitaliivna, student 3Б-16, Faculty for Civil Engineering, Thermal Power Engineering and Gas Supply, Vinnytsia national technical university, Vinnytsia city.

Pankevych Olga Dmytrivna, PhD, Faculty for Civil Engineering, Thermal Power Engineering and Gas Supply, Vinnytsia national technical university, Vinnytsia city.

ДОСЛІДЖЕННЯ РОБОТИ СОНЯЧНОГО ОПАЛЮВАЛЬНОГО ПРИЛАДУ ПІДВИЩЕНОЇ ЕФЕКТИВНОСТІ ДЛЯ ПАСИВНОГО ОПАЛЕННЯ

Київський національний університет будівництва і архітектури

Анотація

Проведені чисельні експериментальні дослідження ефективності пасивного сонячного опалювального приладу залежно від дати і часу доби та орієнтації моделі за сторонами світу. Визначені ефективні напрямки орієнтації приладу.

Ключові слова: пасивний сонячний опалювальний прилад, пасивне сонячне опалення, антиконвективні перегородки.

Abstract

The numerical simulation of efficiency of passive solar heater is performed depending on the date and time of day. The recommendations on the most effective targeting of the heater are shown.

Keywords: passive solar heater, passive solar heating, anticonvection partitions.

Вступ

В умовах низьких і нестабільних доходів більшості населення нашої країни, а також економічної та екологічної криз, висока вартість сонячного обладнання обмежує його широке впровадження та використання [1]. Тривалі хмарні періоди, а також райони, де кількість хмарних днів значно перевищує сонячні, є одним з обмежень. Сучасне обладнання для пасивного сонячного опалення має ряд істотних недоліків, один з них - подовжений термін окупності в результаті високої ціни на обладнання. На сьогодні актуальною стала задача розробки ефективних пасивних сонячних опалювальних приладів, що усувають недоліки відомих систем, в тому числі і знижений термічний опір, та суміщають у собі низьку вартість і високу ефективність.

Метою даної роботи є виконання серії чисельних експериментів для визначення ефективності пасивних сонячних опалювальних приладів з нахиленими антиконвективними перегородками підвищеного термічного опору залежно від дати та часу доби, а також розробка рекомендацій щодо ефективного розміщення їх за сторонами світу.

Принципи побудови моделі

Запропоновано конструкцію пасивного сонячного опалювального приладу з антиконвективними перегородками (рис. 1). Було виконано чисельні експерименти на основі моделі [2] для оцінки термічного опору конструкції пасивного сонячного опалювального приладу.

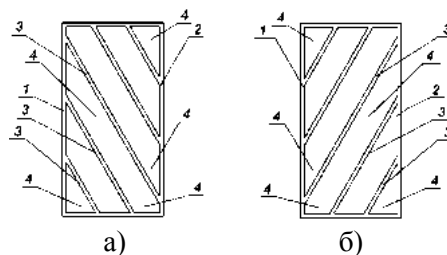


Рис. 1. Пасивний сонячний опалювальний прилад: а – меншого термічного опору, але більшої теплопродуктивності; б – більшого термічного опору, але меншої теплопродуктивності; 1-зовнішня стінка; 2-теплосвітловий абсорбер; 3-прозорі або частково прозорі перегородки; 4-повітряні прошарки

Граничні умови другого та третього роду задано на зовнішніх поверхнях моделі. Також виконано математичне моделювання на підставі рівнянь Нав'є-Стокса і енергії для ламінарних потоків. Отримано на 100 мм товщини конструкції опір теплопередачі, що дорівнює $1,6 \text{ м}^2 \text{ }^\circ\text{C/Вт}$.

Також виконано чисельне моделювання конструкції залежно від орієнтації за сторонами світу з урахуванням положення сонця на небосхилі. Умови моделювання є наступними: атмосферний тиск – 101325 Па ; погода - ясна; температура зовнішнього повітря $T = 253,15; 263,15; 273,15; 283,15; 293,15 \text{ К}$ (останнє значення – без перепаду температури, для повноти інформації). Повітря в приміщенні має температуру $T = 293,15 \text{ К}$.

Параметри моделі пасивного сонячного опалювального приладу наступні: матеріал моделі – скло, всі поверхні – скло – за винятком тепло-світлового абсорбера, матеріал антиконвективних перегородок також скло; коефіцієнт тепловіддачі внутрішньої поверхні $\alpha = 8,7 \text{ Вт/(м}^2\cdot\text{К)}$. Рівняння теплопровідності застосоване для твердих елементів. За Рис. 2. Відповідно приймаємо орієнтацію.

Умови моделювання сонячної радіації: період з жовтня по березень, з 10 до 16 години включно; за стоянням сонця згідно з календарем. Потік сонячної радіації - 1000 Вт / м^2 .

Результати дослідження

В результаті отримано значення ККД (Рис. 2) пасивних сонячних опалювальних приладів підвищеного термічного опору з нахиленими антиконвективними перегородками – $29,4...40,15\%$.

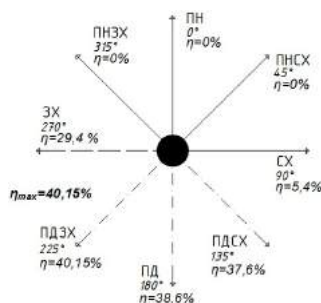


Рис.2. Прийняті орієнтації: суцільні лінії – неефективні напрямки; пунктир – малоефективний напрямок; штрих-пунктир – ефективні

Висновки

Запропоновано пасивні сонячні опалювальні прилади підвищеного термічного опору, яке близьке до термічного опору зовнішніх огорожувальних конструкцій. ККД такої конструкції є достатньо високим і становить $29,4...40,15\%$ за умови ефективної орієнтації за сторонами світу. Визначено ефективні напрямки за сторонами світу.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Афанасьєва О. К. Архитектура малоэтажных жилых домов с возобновляемыми источниками энергии. Автореферат диссертации на соискание ученой степени кандидата архитектуры / О. К. Афанасьева. – М.: МАРХИ, 2009 г. – 20 с.
2. Мілейковський В.О., Шуваєва О.Ю. Пасивні сонячні системи опалення для умов тривалої хмарної погоди // Науково-технічний збірник «Енергоефективність в будівництві та архітектурі». Випуск 4. Відповідальний редактор П.М. Куліков. – К.: КНУБА, 2013 р. – С.190-194.

Мілейковський Віктор Олександрович – к.т.н., доц. кафедри теплогазопостачання і вентиляції, Київський національний університет будівництва і архітектури, Київ, e-mail: v_mil@ukr.net

Шуваєва-Нечипорук Ольга Юріївна – асист. кафедри цивільної інженерії, Інститут інноваційної освіти Київського національного університету будівництва і архітектури, Київ, e-mail: shuvaeva_@ukr.net

Mileikovskyi Viktor, Ph. D (Eng.), Associate Prof., Department of Heat and Gas Supply and Ventilation, Kyiv National University of Construction and Architecture, Kyiv, e-mail: v_mil@ukr.net

Shuvaeva-Nechyporuk Olga – assist., Department of Civil Engineering, Institute of innovative education of Kyiv National University of Construction and Architecture, Kyiv, e-mail: shuvaeva_@ukr.net

П.А.Білюк
В.І.Слободянюк
О.Д.Панкевич

СУЧАСНІ ЗАСОБИ СТВОРЕННЯ МІКРОКЛІМАТУ ЧИСТИХ ПРИМІЩЕНЬ ЗАКЛАДІВ ОХОРОНИ ЗДОРОВ'Я

Вінницький національний технічний університет

Анотація

В даній статті розглядаються сучасні засоби створення мікроклімату чистих приміщень закладів охорони здоров'я, зокрема принцип розробки чистих приміщень, особливості експлуатації, важливість використання їх у сьогоденні, а також їх переваги та недоліки.

Ключові слова: чисте приміщення, клас чистоти, чисті зони.

Abstract

In this article modern means of creating a microclimate cleanroom health care institutions, in particular the principle of developing clean rooms, feature operation, the importance of using them in the present, as well as their advantages and disadvantages.

Keywords: clean room; class purity; clean area.

Вступ

Сьогодні без чистих приміщень не обходиться жоден сучасний медичний центр. Шляхом скорочення лічиальної чисельності аерозольних забруднень в чистому приміщенні медичного призначення, вдається значно знизити ризик інфікування пацієнта під час проведення операції, або ж в період реабілітації хворого з істотно ослабленою імунною системою.

Технології чистих приміщень застосовуються для створення:

- операційних залів і хірургічних відділень в цілому;
- родових відділень палат;
- асептичних боксів для хворих з ослабленою імунною системою;
- палат та відділень інтенсивної терапії;
- опікових відділень;
- маніпуляційних штучного запліднення та ін.

Від того, наскільки ефективно функціонує чисте приміщення, без перебільшення, залежить життя людини, що перебуває в цьому медичному закладі.

Результати досліджень

Чисте приміщення являє собою контрольоване інноваційне середовище в якому, відповідно до існуючих міжнародних стандартів підтримується у встановлених межах концентрація елементів забруднюючих речовин при наявному контролі за температурою, вологістю та тиском.

В основі архітектурних рішень при побудові чистих приміщень лежить обмеження робочого простору чистого блоку герметичними огорожувальними конструкціями основними елементами огорожень: стіни, стелі, двері, вікна, підлоги, матеріальні шлюзи та шлюзи персоналу.

Важливим компонентом в реалізації проектних рішень при чистих приміщеннях є

- створення системи припливно - витяжної вентиляції: мережа повітропроводів, стельові розподільчі блоки та забірні решітки;
- встановлення системи освітлення та прокладання електромереж: діодні та лампові герметичні світильники, вимикачі та розетки відповідно до умов стандартів GMP EC та ISO,
- обладнання контролю кліматичних параметрів (температура, вологість),
- системи підтримання надлишкового тиску в середині чистих приміщень,
- устаткування для підтримання контролю за чистотою повітря та доступу в чисті зони.

Чисті приміщення можна розділити за принципами створення чистоти повітря:

- принцип витісняючого потоку- односпрямованого потоку (висока швидкість потоку, низький перепад тиску);
- принцип перепаду тиску (високий перепад тиску, низька швидкість потоку);
- принцип фізичного бар'єру (ізолюючі чи бар'єрні технології);
- забезпечення чистоти різними потоками повітря

Чисті зони класу 5 ISO у високоасептичних операційних і палатах інтенсивної терапії створюються за рахунок односпрямованого потоку повітря, що проходить через високоефективні фільтри HEPA, які забезпечують стерилізуючу фільтрацію повітря. Такі зони можуть бути створені і в інших операційних та приміщеннях для інфекційних хворих (ізоляторах). Односпрямований потік повітря не дозволяє рухатися забрудненням назустріч потоку і перешкоджає попаданню їх у зону потоку з навколишнього середовища. Чистота повітря в решті приміщень забезпечується не односпрямованим потоком повітря, який пройшов необхідну фільтрацію.

Види захисту від забруднень. Захист від забруднення може бути двох видів:

- загальний, коли за рахунок подачі чистого повітря забезпечується заданий клас чистоти приміщення;
- місцевий, коли чисте повітря подається у визначену зону для створення більш високого класу чистоти, ніж клас чистоти приміщення. Місцевий захист широко використовується в операційних і палатах інтенсивної терапії. Місцевий захист передбачає подачу односпрямованого вертикального потоку чистого повітря в критичні зони, якими є: – операційний стіл; – стіл (столи) для інструментів та матеріалів, які імплантуються, що знаходиться у відкритому вигляді; – персонал, одягнений у стерильну одяг, який бере участь у виконанні операції. Ціллю місцевого захисту є запобігання попадання в рану забруднень з повітря, одягу персоналу тощо. Площа поперечного перерізу вертикального односпрямованого потоку повітря (дифузора односпрямованого потоку повітря) повинна бути не менше 9 м², а швидкість односпрямованого потоку повітря – в межах від 0,24 до 0,3 м/с. Унаслідок значних витрат повітря для формування односпрямованого потоку з ціллю економії застосовують місцеву рециркуляцію повітря. При цьому використовується тільки повітря приміщення, або до нього додається визначена доля зовнішнього повітря, за умови його знезараження з ефективністю інактивації мікроорганізмів і вірусів не менше 95. Зони з односпрямованим потоком повітря обмежують завісами (щитками) по всьому периметру, які виготовляють з прозорих матеріалів, стійких до засобів дезінфекції, довжиною, як правило, не менше 0,1 м. Відстань від нижнього краю завіс (щитків) до підлоги – не менше 2,1 м.

Вибір принципу розділення приміщень здійснюється згідно з вимогами до даних приміщень і не розповсюджується на критичні зони з односпрямованим потоком повітря в операційних і палатах інтенсивної терапії.

Принцип витісняючого потоку. Витісняючий потік повітря направлений з більш чистого в менш чисте приміщення і має швидкість не більше 0,2 м/с у місцях розділення приміщень. Чистота суміжних приміщень забезпечується за рахунок перетоку повітря з операційної, і повітряні шлюзи не передбачаються.

Принцип перепаду тиску. Тиск повітря в більш чистому приміщенні вищий, ніж у менш чистому. В ізоляторах та інших приміщеннях, у яких існує загроза виділення інфекцій у повітря, підтримується від'ємний тиск по відношенню до навколишнього середовища. Перепад тиску повітря між суміжними приміщеннями з різними класами чистоти повинен бути не менше 10-15 Па, а для безперешкодного відчинення дверей – не більше 20 Па. При використанні принципу перепаду тиску передбачають безперервний (візуальний або автоматичний) контроль тиску.

Принцип фізичного бар'єру. Для запобігання переносу забруднень з менш чистої зони в більш чисту створюють непроникливий бар'єр. Цей принцип використовується, наприклад, у неонатологічних відділеннях.

Висновок

Розглянуто та проаналізовані компоненти створення чистих приміщень. Визначені принципи забезпечення нормативних параметрів мікроклімату в цих приміщеннях.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Чисті приміщення[Електронний ресурс]. – Режим доступу: http://www.cleanroom.com.ua/ru/reshenija/zdravooohranenie_/chistye_pomeshenija_dlja_meditsiny.html;
2. Про компанію Categoroom- технології чистих приміщень[Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://categoroom.com/pro-kompaniyu>;
3. Гігієна мікроклімату та повітряного середовища приміщень лікувально-профілактичних закладів[Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://lib.chdu.edu.ua/pdf/posibnuku/323/2.pdf>;
4. Опалення, вентиляція та кондиціонування: ДБН В.2.5-67:2013,- [Чинний від 2014-01-01],- К.:Міноregion України, 2013, - 141 с. – (Державні будівельні норми).
5. Заклади охорони здоров'я: ДБН В.2.2-10-2001,-[Чинний від 2005-04-01],- К.:Міноregion України, 2004, – (Державні будівельні норми).

Білюк Павло Анатолійович, студент групи БТ-15МС., Факультет будівництва, теплоенергетики та газопостачання, Вінницький національний технічний університет, м. Вінниця, bilyuk2015@mail.ru .

Слободянюк Віктор Ігорович студент групи БТ-15МС , Факультет будівництва, теплоенергетики та газопостачання, Вінницький національний технічний університет, м. Вінниця, xviktorx96@mail.ru .

Панкевич Ольга Дмитрівна доцент кафедри ІСБ, кандидат технічних наук, Факультет будівництва, теплоенергетики та газопостачання, Вінницький національний технічний університет, м. Вінниця.

Bilyuk Pavlo Anatolievich , student, Faculty for Civil Engineering, Thermal Power Engineering and Gas Supply, Vinnytsia national technical university, Vinnytsia city.

Slobodyanyuk Victor Igorovich, student, Faculty for Civil Engineering, Thermal Power Engineering and Gas Supply, Vinnytsia national technical university, Vinnytsia city.

Pankevych Olga, PhD, docent, Faculty for Civil Engineering, Thermal Power Engineering and Gas Supply, Vinnytsia national technical university, Vinnytsia city.

КОМБІНОВАНЕ ВИКОРИСТАННЯ СОНЯЧНИХ КОЛЛЕКТОРІВ ТА СОНЯЧНИХ БАТАРЕЙ

Вінницький національний технічний університет

Анотація

В даній доповіді проаналізовано комбіноване використання сонячних колекторів та сонячних батарей , термін окупності сонячних колекторів та батарей.

Ключові слова: сонячний колектор, продуктивність, сонячні батареї, клімат, ізоляція.

Abstract

As this report will show the combined use of solar collector and solar cells, the payback period of solar collector and batteries.

Keywords: solar collector, performance, solar panels, climate, isolation.

Вступ

Підвищений інтерес до альтернативних джерел енергії в житловому будівництві ставить задачу комбінованого використання сонячних колекторів та сонячних батарей. При влаштуванні таких систем будинки стають незалежними від зовнішніх енергоносіїв , але актуальним є питання економічної доцільності їх використання.

Основна частина

Комбіноване отримання теплової та електричної енергії від сонячного опромінення вимагає використання двох типів пристроїв: сонячних колекторів та сонячних батарей.

Всесезонний трубчастий вакуумний колектор ефективний для застосування в цілорічному режимі в будь якому регіоні України.ККД колектора- до 95%.

Висока продуктивність в умовах низької сонячної інсоляції при середній ціні вакуумного сонячного колектора на сьогоднішній день в середньому 150 тис. грн , а також приймаючи до уваги, що виробники в середньому дають 3 роки гарантії,середній термін окупності вакуумного сонячного колектора становить 7-9 років.

Для отримання електричної енергії використовуються сонячні батареї. За принципом роботи сонячна батарея являє собою фотоелектричний генератор постійного струму, який використовує ефект перетворення променевої енергії в електричну.

Незважаючи на порівняно низький ККД сонячна батарея є найбільш ефективним джерелом електрики серед альтернативних і автономних джерел енергії. Україна має хороший потенціал для ефективного використання сонячної енергії, така установка здатна працювати з віддачею 50%,взимку ефективність роботи звичайно падає але повністю не зникає тобто в нашому кліматі сонячні системи працюють весь рік з хорошим показником ефективності.

Однак через досить високу вартість сонячної батареї в середньому 200-250 тис. грн, а головне залежності від погодних умов, їх у більшості випадків позиціонують не як основне, а як додаткове джерело енергії.

Недоліками сонячних батарей є:

- висока вартість і, як наслідок, тривалий строк окупності;
- залежність від погодних умов;
- низький ККД у порівнянні із традиційними джерелами енергії;
- неможливо використання для приладів, що споживають велику потужність.

Одним з випадків, коли сонячні батареї себе виправдовують, є ситуація, коли в будинку є ліміт споживання. Виправданим також є застосування сонячних батарей у випадках, коли будинок настільки віддалений від трансформаторної підстанції (більше 10-15км), що протягання до нього кабелів або проводів виявиться співвідносною по вартості влаштуванню сонячних батарей.

Ще один фактор, який впливає на доцільність влаштування сонячних батарей - зелений тариф, тобто тариф, за яким оптовий ринок електричної енергії України зобов'язаний закуповувати електричну енергію, вироблену на об'єктах електроенергетики з альтернативних джерел енергії (крім

доменного та коксівного газів, а з використанням гідроенергії - вироблена лише мікро-, міні-та малими гідроелектростанціями), у тому числі на введених в експлуатацію пускових комплексах.

Енергопостачальники зобов'язані купувати електричну енергію, у випадках, обсягах та за цінами, визначеними національною комісією регулювання електроенергетики України (НКРЕ). Розмір зеленого тарифу для мережевих станцій приватних домогосподарств введених в експлуатацію з 01.07.2015. Для приватних домогосподарств, які виробляють електрику з енергії сонячного випромінювання об'єктами електроенергетики, які вмонтовані (встановлені) на дахах або фасадах приватних домогосподарств (будинків, будівель та споруд), величина встановленої потужності яких не перевищує 30 кВт, та які введені в експлуатацію встановлені такі тарифи:
з 01 січня 2016 року по 31 грудня 2016 року – 523,37 коп/кВт·год (без ПДВ);
з 01 січня 2017 року по 31 грудня 2019 року – 498,17 коп/кВт·год (без ПДВ);
з 01 січня 2020 року по 31 грудня 2024 року – 447,76 коп/кВт·год (без ПДВ);
з 01 січня 2025 року по 31 грудня 2029 року – 398,83 коп/кВт·год (без ПДВ).

Таким чином, тариф для таких сонячних установок, що вводяться в експлуатацію в 2017-2019 роках буде знижений на 34,51 коп / кВт·год - до 498,17 коп / кВт·год, а для вітряних установок вводяться в 2015-2019 роках зменшений на 22,19 коп / кВт·год - до 320,25 коп / кВт·год (ціни - без ПДВ).

Висновок

Комбіноване використання сонячної енергії для теплопостачання та електропостачання для невеликих котеджних будинків є економічно доцільним при груповому використанні комбінованих систем, або для більших об'єктів, з більшими енергозатратами, при цьому термін окупності буде зменшуватися і буде доцільно встановлювати сонячні колектори та батареї як альтернативні джерела теплової та електричної енергії.

При використанні зеленого тарифу термін окупності комбінованого встановлення установок значно знижується, майже в 2 рази. Але при цьому існують певні умови використання та встановлення. Встановлення лічильника для обліку виробленої електроенергії, площа даху та/або фасаду має бути достатня для розміщення сонячних батарей загальною потужністю до 30кВт; орієнтація поля сонячних батарей на південь, як виняток: схід-захід або пд.схід-пд.захід; кут нахилу фотомодулів; характеристики покрівлі достатні для додаткових вагових навантажень; відсутність будівель, споруд, дерев та інших предметів, які б затіняли сонячні батареї.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. сонячні колектори [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://www.ecosvit.net/ua/sonyachni-kolektori>
2. сонячні батареї [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://www.ecosvit.net/ua/sonyachni-batarei>

Ворончук Роман Олексійович, студент, Факультет будівництва, теплоенергетики та газопостачання, Вінницький національний технічний університет, м. Вінниця, e-mail: Romanvoronchuk16@gmail.ru

Багрій Владислав Валерійович, студент, Факультет будівництва, теплоенергетики та газопостачання, Вінницький національний технічний університет, м. Вінниця, e-mail: VVGhost@gmail.ru

Науковий керівник: Пономарчук Ігор Анатолійович — доцент кафедри теплогазопостачання, Вінницький національний технічний університет, м. Вінниця.

Voronchuk Roman O. — Department of Building Heating and Gas Supply, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia city, email : Romanvoronchuk16@gmail.ru

Bagriy Vladyslav V. — Department of Building Heating and Gas Supply, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia city, email : VVGhost@mail.ru

Ponomarchuk I. A.— Ph. D. (Eng.), docent of the Chair of Power Engineering and Gas Supply, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia city

СИНТЕЗ ТА АНАЛІЗ СИСТЕМИ ТЕПЛОПОСТАЧАННЯ

Вінницький національний технічний університет

Анотація

Представлений аналіз споживання паливно-енергетичних ресурсів України малими енергетичними установками., представлено аналіз проблем, які виникають у галузі комунальної енергетики. Наведені невизначеності, які виникають під час роботи систем теплопостачання з малими енергоустановками, та їх характеристика. Для прикладу виконано аналіз теплових втрат при роботі системи у січні 2016 року. Представлені шляхи підвищення енергетичної ефективності малих енергоустановок.

Ключові слова: мала енергетика, енергоефективність, теплопостачання, деревина, експлуатація енергосистеми.

Abstract

The analysis of fuel and energy resources Ukraine small energy facilities kami., Analyzes the problems arising in the field of communal power. These uncertainties arising during operation of heating systems with small power plants and their characteristics. Analysis of heat losses in the system in January 2016. Presented ways to improve the energy-efficiency low-energy power plants.

Keywords: low power, energy, heat, wood, grid operation.

Вступ

Вирішення проблем якісного теплопостачання будь якої системи – це складний процес, який у загальному випадку потребує комплексного системного підходу. Узгодження виробництва і енергоспоживання теплової енергії визначає енергоефективність системи, придатність системи виконувати своє призначення: забезпечити теплотехнологічні вимоги; сан технічні норми в приміщеннях, технологічний регламент на виробництві, потрібний рівень енергоефективності тощо [1].

Ситуація з енергозбереженням та ефективністю використання паливно-енергетичних ресурсів (ПЕР), що склалась сьогодні у системі комунальної енергетики (КТЕ) в Україні, на всіх рівнях управління визнана проблемно-критичною, такою, що створює загрозу навіть енергетичній безпеці країни і потребує негайного розв'язання. Системи управління КТЕ є багаторівневими, ієрархічно упорядкованими організаційно-технологічними системами, структура яких визначається підсистемами адміністративного керування, нормативно правового регулювання та організаційного управління підсистемами виробництва, транспортування і використання теплоти.

Для галузі малої енергетики передусім характерний низький рівень економічної надійності і безпеки, зокрема і екологічної. Мала енергетика споживає більше 60 % усього палива ПЕК України. В Україні нараховується більше 2,0 млн. одиниць паливоспалювальних установок, які належать до малої енергетики, значна їх частина (більше 1,5 млн.) – котли потужністю до 0,1 МВт. Існує особлива група промислових ТЕЦ малої потужності. Техніко-економічні показники більшості (промислових ТЕЦ) ПТЕЦ дуже низькі, а негативний вплив на екологію значний. Отже, на потреби потужностей енергогенеруючих систем теплопостачання малої енергетики витрачають ПЕР більше, ніж на будь-яку іншу галузь народного господарства [1, 2].

Ефективність використання палива та екологічні показники цих систем теплопостачання не завжди відповідають сучасним вимогам науково-технічного прогресу. Середня питома витрата умовного палива на виробництво теплової енергії дуже висока (43,5 кг у.п/ГДж або 181,9 кг у. п./Гкал) і відповідає середньому ККД не більше 75 %. Здебільшого теплові ККД дрібних котелень та індивідуальних систем теплопостачання 1,5 – 2,0 рази нижчі за технічно припустимий рівень. Також вони є найбільшими забрудниками навколишнього середовища, збільшують екологічне навантаження на міста та населені пункти.

В екологічному та економічному відношенні найдосконаліші теплоцентралі і великі районні котельні, однак обмеженням їх використання є великі споживачі, що помітно знижує ефективність ТЕЦ і масштаби їх використання. Розроблені та широко впроваджуються заходи з підвищення енергоекологічної ефективності об'єктів великої теплоенергетики. Серед основних є: використання природоохоронних заходів та заходів з енергозбереження; застосування екологічного моніторингу; стимулювання розвитку наукових досліджень і практичного використання новітніх наукових досягнень і науково-технічних розробок; запровадження безвідходних технологій і т. п. Використання децентралізованого теплопостачання, яке розглядається в роботі, вимагає пошуку шляхів підвищення енергоефективності та екологічної безпеки теплоенергетичних установок малої потужності та підвищення надійності їх роботи [4].

Основна частина

У відповідність з ДБН джерело енергії вибирають по розрахунковій температурі, яка є найнижчою за опалювальний період. При цьому очікується імовірність перевитрати коштів на усіх етапах життєвого циклу об'єкта: капітальні затрати на будівництво системи, перевитрата коштів на паливо у відносно теплий опалювальний період [1, 2, 4, 5].

Для організації роботи котельні важливою є режимна карта. Режимні карти котлів складаються під час теплотехнічних випробувань та наладки роботи котла і у більшості випадків доцільні, з фінансової і матеріально затратної точки зору, тільки для промислових котлів. Виробники побутових котлів та котлів невеликої потужності загального призначення подають тільки номінальні параметри його роботи. На етапі експлуатації котла цього може бути недостатньо, тому метою даної роботи є розробка рекомендацій щодо використання експериментально-розрахункового методу для тестування системи теплопостачання.

Проблеми роботи системи теплопостачання виникають на етапі експлуатації. Розглянемо модель існуючої системи, яка включає: джерело енергії (деревина), джерело теплової енергії (котел), підсистему передачі теплової енергії (трубопроводи прямої та зворотної води), споживачів (будівля, умовний теплообмінник). Важливе навколишнє середовище з реальною зміною температури.

Орієнтовний набір параметрів, які вимірюються приладами та визначаються розрахунками наступний: температура повітря на вході в топку; температура відхідних газів; температура прямої та зворотної мережної води; витрата мережної води; склад відхідних газів; витрата палива; склад палива (вологість, вміст вуглецю та ін.); якість котлової води; теплота згорання палива; теплова потужність котла; об'єм води в системі; напір теплоносія в точках системи; спожита електрична потужність; матеріал котла та споживачів; розрідження в топці тощо.

На основі математичних моделей можна визначити параметри потоків системи теплопостачання практично в будь-яких точках, в зв'язку з чим достатня інформація про стан об'єкта, який аналізуємо, може бути одержана при обмеженій кількості контрольно-вимірювальних приладів.

Математична модель складається із модулів; балансових рівнянь котла, будівлі, теплообмінників, трубопроводів прямої і зворотної води; визначення середньоінтегрального коефіцієнта термічного опору будівлі (приміщення); визначення теплових втрат будівлі; визначення середньоінтегрального коефіцієнту тепловіддачі від поверхні теплообмінників, які обігрівають приміщення.

Для визначення даних розрахунком необхідно ввести певний мінімум вхідної інформації. Не всю інформацію можна визначити однозначно, в процесі експлуатації робочі параметри можуть змінюватись. Наприклад за умови завантаження сухої деревини їхня витрата буде значно відрізнятись від витрати вологої деревини.

Проводячи аналіз вхідної інформації, можна виділити чотири основних рівня: детермінована інформація, ймовірнісна, ймовірносно-невизначена та власне невизначена. До ймовірносно-невизначеної інформації можна віднести втрати теплоти в навколишнє середовище (н.с.). Температуру н.с. визначається прогнозуванням. До власне невизначеної можна віднести витрату палива, якість палива і т. п. Маючи інформацію про міру невизначеності вхідної інформації можна проводити реальний аналіз системи. Розрахункова багатоваріантність представляє більш багатий набір параметрів.

Оскільки головним елементом системи є водогрійний котел, тому з точки зору системного підходу, треба виділити фактори, які виникають при роботі котла. До внутрішніх факторів відносяться: інтенсивність відкладення накипу, золи, залипання колосникової решітки, хімічний та механічний недопал, фракційність та товщина шару палива, неоднозначність дії інтенсифікаторів за різних умов, пошкодження теплової ізоляції, конструкція топки та теплообмінника, степінь екранування та ін. До

зовнішніх факторів в першу чергу можна віднести: температуру навколишнього середовища, тип палива його якість тощо.

Теплотехнічні вимірювання, які проводяться з метою визначення енергетичних характеристик роботи котлів достатньо трудомісткі і потребують значних затрат часу на обробку результатів експериментів. Детальний аналіз експериментальних даних потребує системного підходу. За умов формалізації постановки задач оптимізації теплотехнологічної системи виділяють наступні етапи: визначення області реалізації об'єкта, обґрунтування функції якості об'єкта, формування області оптимізації об'єкта; математичне моделювання об'єкта (структурно-модульна побудова моделі, класифікація об'єктів, класифікація задач, загальні структури розрахунку, модулі розрахунку елементів); методи пошуку оптимальних рішень.

Отже проведення раціоналізації по підбору палива для котла досить трудомісткий процес, який включає в себе дослідження доступності палива, дослідження оптимальної вологості обраного палива, визначення виду в якому можливо використовувати паливо, дослідження температурного графіку навколишнього середовища, дослідження необхідної потужності споживачів та їх температурних графіків тощо.

Визначення витрати робочого палива котлів, які працюють на твердому паливі може здійснюватися зведенням зворотного балансу або безпосереднім зважуванням палива.

В якості прикладу використання експериментально-розрахункового методу для тестування системи теплопостачання виконаємо аналіз та спрогнозуємо кількість палива для котла в реальних умовах роботи. Прийнемо до уваги температурний графік у січні 2016 року. У загальному вигляді система, яка аналізується описана вище. Втрати енергії з будівлі визначені за відомими методиками але з уточненням опалювальної характеристики для конкретної будівлі. Середньодобова, середньомісячна температури та добові теплові втрати (Q , кДж/добу) з приміщення в січні 2016 року зображені на рисунку 1.

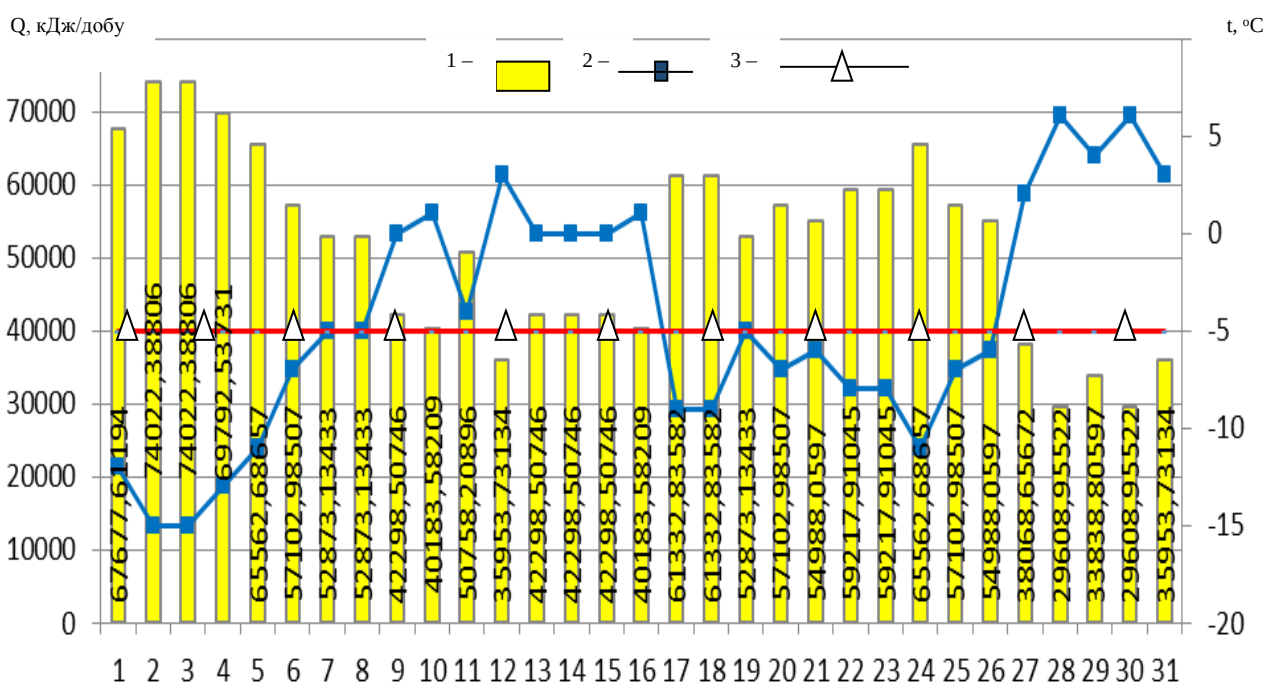


Рисунок 1. 1 – добові тепловтрати; 2 – середньодобова температура; 3 – середньомісячна температура.

Для водогрійного котла потужністю 100 кВт, використавши відомі методи, отримали значення середньодобової питомої масової витрати палива, в залежності від вологості палива.

Графік (рис. 2) показує суттєве підвищення витрати палива при зменшенні температури навколишнього середовища нижче 0 ... -5 °C. За умов використання вологої деревини (>40 %) у періоди місяця з пониженою температурою, її витрата збільшується на 83,3 % порівняно із використанням деревини з сухістю 10 %, що ускладнить процес завантаження палива до котла.

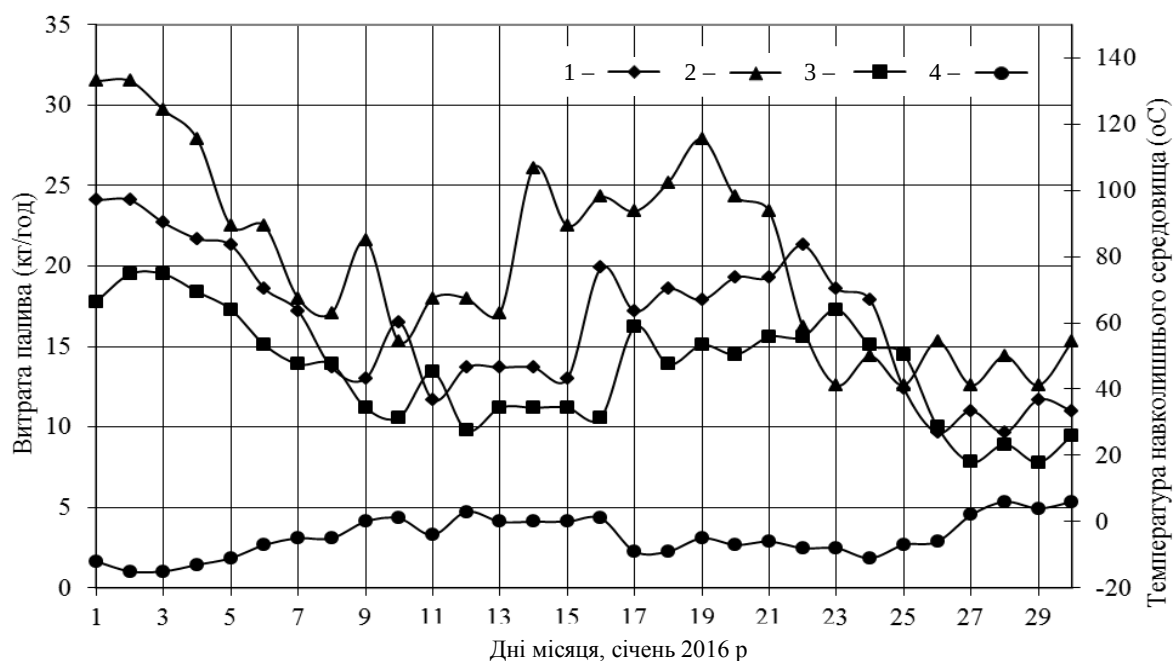


Рисунок 2. 1 – вологість деревини 20 %; 2 – вологість деревини 40 %; 3 – вологість деревини 10 %; 4 – середньодобова температура.

Таким чином, у період мінімальних температур доцільніше використовувати більш суху деревину, а в період температур більш високого рівня використовувати деревину з вищою вологістю. Такий підхід призведе до більш рівномірного завантаження топкової камери та значно здешевить отриману теплову енергію, оскільки виготовлення сухого якісного палива вимагає значних матеріальних затрат. Так, застосування сушарки з ККД 40 % витрата енергії на зменшення вологості в деревині від 40 % до 10 % складатиме до 16 % від виробленої котлом потужністю 100 кВт. Це перевищує зменшення ККД котла на вологій деревині.

Висновки

Мала енергетика споживає близько 60 % усього палива ПЕК України. Методична база для аналізу роботи системи тепlopостачання невеликої потужності не узагальнена, не адаптована до сьогоdnішніх умов, що призводить до зниження їх енергетичної ефективності. Для підвищення енергетичної ефективності в першу чергу необхідно забезпечити постійний аналіз системи тепlopостачання. Наведені графіки показують необхідність проведення аналізу для підвищення енергоефективності, проста заміна вологої деревини на більш суху не забезпечує підвищення енергоефективності.

За умов використання у найхолодніші періоди місяця вологої деревини (>40 %), її витрата збільшується на 83,3 % порівняно із використанням деревини з вологістю 10 %, що може ускладнити процес завантаження палива до котла. У період мінімальних температур навколишнього середовища доцільніше використовувати більш суху деревину, а в період більш високого рівня температур використовувати деревину гіршої якості. Такий підхід призведе до більш рівномірного завантаження топкової камери та здешевить отриману теплову енергію, оскільки приготування сухого палива вимагає значних енергетичних затрат.

Аналіз споживання палива показує, як оцінюючи рівень невизначеності інформації можна отримати прогнозні дані по витраті палива на певний відрізок часу, обмежуючись незначною кількістю прямих вимірювань.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Варламов Г. Б. Теплоенергетичні установки та екологічні аспекти виробництва енергії: Підручник / Г. Б. Варламов, Г. М. Любчик, В. А. Маляренко. – К.: ІВЦ «Видавництво «Політехніка», 2003. – 232 с.

2. Крюков А. В., Ткаченко А. Е. Критерии управления шахтной системой теплоснабжения с топками НТКС // Автоматизация технологических объектов и процессов. Поиск молодых. Сборник научных работ XV научно-технической конференции аспирантов и студентов в г. Донецке 25-26 мая 2016 г. - Донецк, ДонНТУ, 2016. – 341 с.
3. А.М. Бакластов Промышленная теплоэнергетика и теплотехника: Справочник. / Бакластов А.М., Бродянский В.М., Голубев Б.П. и др. Под общей редакцией В.А. Григорьева и В.М.Зорина. – М.: Энергоатомиздат, 1983 – 552с.
4. Ткаченко С.Й. Розрахунки теплових схем і основи проектування джерел теплопостачання. Навч. Пос / С. Й. Ткаченко, М.М. Чепурний, Д.В. Степанов - Вінниця: ВНТУ, 2005. – 137с.
5. ДБН Д.2.5-67:2013 Опалення, вентиляція та кондиціонування. – К.: Мінрегіон України, 2013. – 149 с.

Ткаченко Станіслав Йосипович – д. т. н., професор, завідувач кафедри теплоенергетики.

Парицький Артем Олександрович – студент факультету БТЕГП, гр. ТЕ-16мі.

Денесяк Дмитро Іванович – аспірант кафедри теплоенергетики, Вінницький національний технічний університет, м. Вінниця, E-mail: doc13energee@gmail.com.

Ткаченко Станіслав Йосипович – д. т. н., професор, завідувач кафедри теплоенергетики, Вінницький національний технічний університет, м. Вінниця, E-mail: stahit@mail.ru.

Stanislav Tkachenko - Dc. Sc., Professor, Head of the power system.

Parytsky Artem - student of BTEGP, gr. TE-16 mi.

Denesyak Dmitry - graduate student of heating, Vinnytsia National Technical University. Vinnytsya, E-mail: doc13energee@gmail.com.

Stanislav Tkachenko - Dc. Sc., Professor, Head of the power system, Vinnytsia National Technical University. Vinnytsya, E-mail: stahit@mail.ru.

МЕТОДИ ПІДВИЩЕННЯ ЕНЕРГЕТИЧНОЇ ЕФЕКТИВНОСТІ Й ЕКОЛОГІЧНОЇ БЕЗПЕКИ ТЕПЛОГЕНЕРАТОРІВ ДЛЯ СПАЛЮВАННЯ СОЛОМИ

Вінницький національний технічний університет

Анотація

В роботі проведено систематизацію конструктивних особливостей теплогенераторів для спалювання соломи, проаналізовано тенденції підвищення коефіцієнта корисної дії теплогенераторів та зменшення викидів СО, запропоновано методи підвищення енергетичної ефективності та екологічної безпеки теплогенераторів для спалювання соломи потужністю до 1 МВт.

Ключові слова: водогрійний котел, солома, спалювання, інтенсифікація теплообміну, газогенерація, ступенева подача повітря.

Abstract

At work the systematization design features straw-burning heating equipment, analyzes trends increasing efficiency of heat generators and reduce CO emissions, the methods of increasing energy efficiency and environmental safety of heating equipment straw-burning power up to 1 MW.

Keywords: hot water boiler, straw combustion, heat transfer intensification, gas generation, stepped air supply.

Створення та реконструкція котлів для промислової та комунальної теплоенергетики, що використовують в якості палива біомасу, зокрема соломі, вимагає проведення досліджень технологій спалювання, методів підвищення енергетичної ефективності та екологічної безпеки такого обладнання. Залежно від прийнятої технології спалювання визначаються основні конструктивні особливості котла: розміри і конфігурація топкової камери, ступінь екранування, спосіб очищення поверхні нагріву, система золовловлювання і золовидалення, спосіб інтенсифікації теплообміну в конвективній частині, організація подачі повітря на горіння (одноступенева, двоступенева, триступенева). Котли для спалювання соломи на ринку опалювального обладнання є відносно новими. Це пов'язано з низькою вартістю природного газу протягом тривалого часу.

Як зазначено в роботі [1] українських виробників котлів для спалювання соломи досить мало. В зв'язку з все ширшим впровадженням такого обладнання на багатьох підприємствах України, виникає задача розробки методів підвищення їхньої енергетичної ефективності та екологічної безпеки. В зв'язку з вищесказаним, тема роботи є **актуальною**.

Мета роботи – систематизація інформації по конструктивних особливостях теплогенераторів для спалювання соломи та методах підвищення їх енергетичної ефективності та екологічної безпеки.

В роботі проведено систематизацію інформації по конструктивних особливостях теплогенераторів для спалювання соломи залежно від потужності. Котли для спалювання соломи класифіковані за такими ознаками: за функціональним призначенням (для опалення, для гарячого водопостачання); за матеріалом, з якого виготовлена топка котла (чавун, сталь, кераміка, вогнетривка цегла); за залежністю від електроенергії (енергозалежні, енергонезалежні); за способом видалення відхідних газів (зі штучною чи примусовою тягою); за способом спалювання (пряме спалювання, з газогенерацією); за способом завантаження тюків соломи (механізоване, ручне); за періодичністю спалювання (періодичної дії, безперервної дії).

Крім того котли періодичної дії можна класифікувати так: котли для спалювання цілих малих тюків потужністю 20 – 100 кВт; теплогенератори для великих круглих і прямокутних тюків потужністю 100 кВт – 1 МВт

Котли безперервної дії класифіковані так: автоматичні котли для спалювання подрібненої соломи потужністю 70 кВт – 2 МВт і більше; котли для "цигаркового" спалювання цілих тюків соломи 2 – 10 МВт.

За способом спалювання соломи котли можна також розділити на такі групи: котли для спалювання різаної соломи; котли для спалювання соломи, подрібненої скарифкатором; котли для спалювання брикетів соломи методом "цигаркового" спалювання; котли періодичної дії для спалювання цілих брикетів соломи; котли для спалювання розділених на частини брикетів соломи; котли для спалювання пелет соломи.

Застосування передових технологій перетворення хімічної енергії палива на теплову дозволяє істотно поліпшити економічні та екологічні показники котлів. На рисунках 1, 2 наведено дані досліджень Данського сільськогосподарського дослідницького інституту [2] по тенденціях приросту ККД і зниження вмісту СО у відхідних газах котлів на соломі.

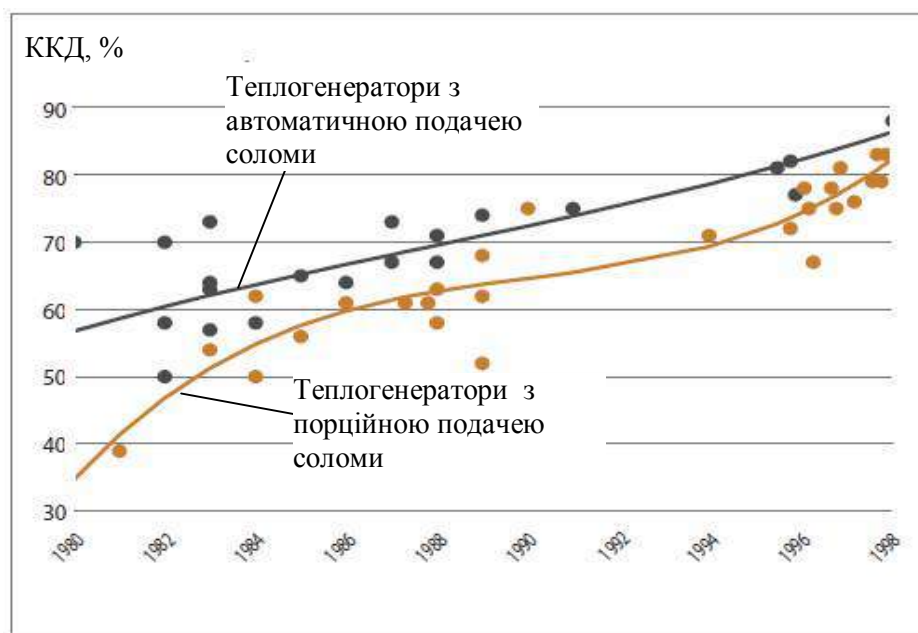


Рисунок 1 – Тенденція зміни ККД теплогенераторів для спалювання соломи [2]

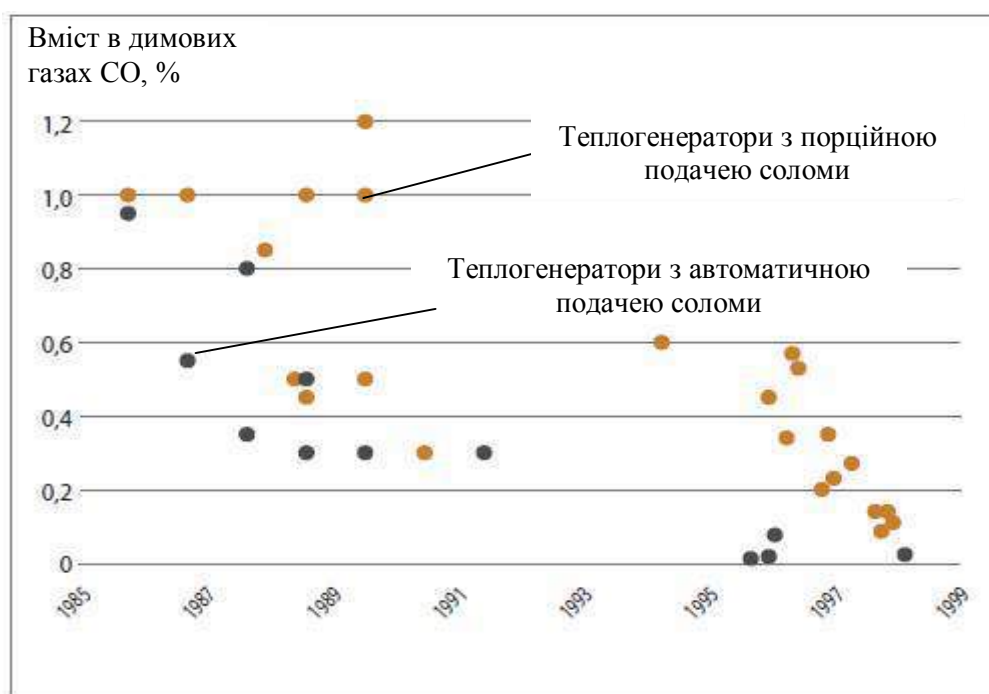


Рисунок 2 – Тенденція зміни вмісту СО у димових газах теплогенераторів для спалювання соломи [2]

Загалом з 1980-х по 2000-і роки у країнах Європи приріст ККД котлів на соломі з автоматичною подачею палива становив в середньому 30%, у котлах з порційною подачею палива – 40%. Рівень

викидів CO для теплогенераторів з автоматичною і порційною подачею соломи знизився приблизно у 18 разів.

В роботі проведено аналіз сучасного стану енергетичних показників теплогенераторів на соломі, представлених на ринку опалювального обладнання. Представлені на рисунку 3 дані взято з технічних характеристик наведених виробниками котлів.

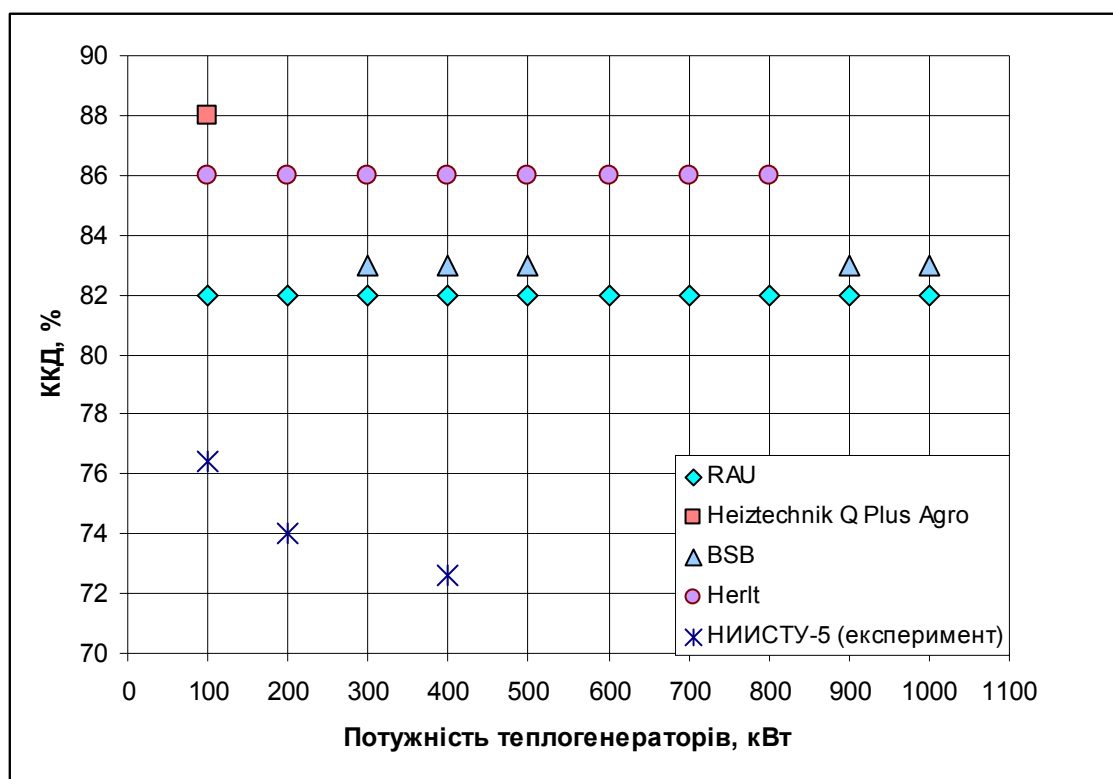


Рисунок 3 – Енергетичні показники теплогенераторів на соломі для типорозмірного ряду від 100 до 1000 кВт.

Як видно з рисунку 3, коефіцієнт корисної дії теплогенераторів знаходиться в межах 82 – 88%. Слід зазначити, що майже для всіх теплогенераторів, розглянутих нами, ККД становив 82%. В роботі наведено лише показники українського виробника БАТ "ЮТЕМ", що виготовляє котли RAU [3]. Високий ККД мають газогенераторні котли Herlt (86%), а також теплогенератор для спалювання цілих тюків соломи Heiztechnik Q Plus Agro (88%). В роботі наведено також результати випробувань котла ННІСТУ-5 переведеного з природного газу на спалювання брикетів соломи [4]. В результаті реконструкції ККД теплогенератора знаходився в межах 72 – 76 %. Порівняння результатів наведених на рисунку 1 і рисунку 3, показує, що суттєвого приросту ККД на сьогоднішній день не досягнуто. Стосовно екологічної ефективності, то виробники не наводять на своїх сайтах результати екологічних випробувань. Більшість вказує, що вміст CO становить менше 0,5%. Огляд літературної інформації показав, що температура відхідних газів за котлами на соломі становить 190 – 250 °C. В результаті випробувань котла ННІСТУ-5 на брикетах з соломи температура відхідних газів становила 219 – 353 °C [4].

Для підвищення ефективності і надійності теплогенераторів науковцями ведуться роботи по дослідженню ефективності спалювання соломи в киплячому шарі. Як показали експериментальні дослідження показників роботи котлів потужністю 200 і 800 кВт на пелетах соломи, проведені в роботі [5], при спалюванні агропелет в киплячому шарі прогнозується більш надійна робота котла, оскільки температура топкових газів на 100...180 °C нижче температури топкових газів при спалюванні відходів рослинництва в щільному шарі (менша ймовірність розплавлення частинок летючого попелу і утворення щільних відкладень цієї золи на поверхнях нагріву котла), а вогнищевий залишок має порошкоподібну структуру (агломерати розплаву і спеченого золи відсутні). Дані

дослідження свідчать про доцільність використання технології спалювання в киплячому шарі для котлів на соломі.

На сайті підприємства Kriger [6] вказано, що для зменшення викидів оксидів азоту котельнею на соломі потужністю 7 МВт, впроваджено технологію рециркуляції димових газів в топку котла.

Для розробленої нами конструкції теплогенератора [7] для спалювання цілих тюків соломи (рис. 4) проведено моделювання показників його роботи за умови встановлення в конвективну частину котла інтенсифікаторів теплообміну у вигляді скрученої стрічки. Для підвищення енергетичної ефективності та екологічної безпеки в конструкції теплогенератора передбачено двостадійну подачу повітря, що дозволить інтенсифікувати процес горіння палива. Теплообмінник 1 теплогенератора виконано двоходовим, що дозволяє підвищити швидкість руху продуктів згорання. Для зменшення температури відхідних газів запропоновано встановити інтенсифікатори теплообміну.

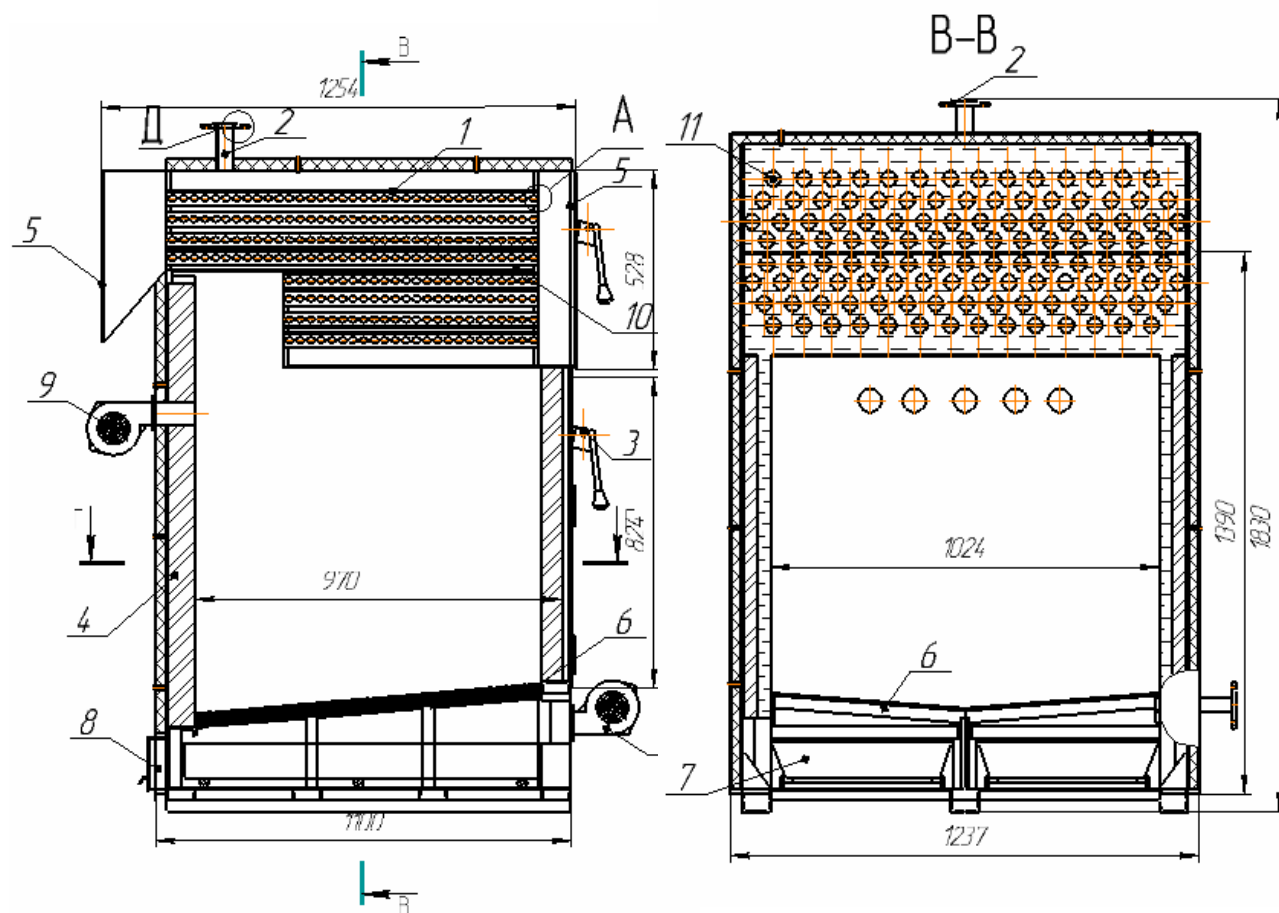


Рисунок 4 – Водогрійний котел для спалювання тюків соломи

В роботі [8] нами показано, що за допомогою інтенсифікаторів теплообміну можна знизити температуру відхідних газів на 20 – 70 °С.

На сьогоднішній день розроблено багато ефективних способів покращення енергетичних та екологічних показників теплогенераторів на природному газі, вугіллі, деревині. Використання цих методів під час проектування теплогенераторів на соломі дозволить підвищити їх надійність, ККД, а також екологічні показники.

На основі огляду літературної інформації та власних досліджень нами сформовано напрямки підвищення енергетичної ефективності та екологічної безпеки теплогенераторів на соломі. До них належать: інтенсифікація теплообміну в конвективній частині котла; організація ступінчастого спалювання палива шляхом розділення повітря, що надходить на горіння на первинне, вторинне, третинне; якісна автоматизація котлів; захист топок теплоізоляційним бетоном, чи іншим матеріалом; організація попереднього підігріву повітря, що надходить на горіння; створення двоходових,

триходових теплообмінників котлів; впровадження процесів газогенерації та технологій киплячого шару; застосування високоякісних систем управління; механізація процесів подачі палива.

ВИСНОВКИ

В роботі проведено систематизацію інформації по конструктивних особливостях теплогенераторів для спалювання соломи, проаналізовано тенденції підвищення коефіцієнта корисної дії теплогенераторів та зменшення викидів СО. Показано, що з 1980-х по 2000-і роки у країнах Європи приріст ККД котлів на соломі з автоматичною подачею палива становив в середньому 30%, у котлах з порційною подачею палива – 40%. Рівень викидів СО для теплогенераторів з автоматичною і порційною подачею соломи знизився приблизно у 18 разів. Коефіцієнт корисної дії сучасних теплогенераторів на соломі знаходиться в межах 82 – 88%. На основі огляду літературної інформації та власних досліджень сформовано напрямки підвищення енергетичної ефективності та екологічної безпеки теплогенераторів на соломі. До них належать: інтенсифікація теплообміну в конвективній частині котла; організація ступінчастого спалювання палива шляхом розділення повітря, що надходить на горіння на первинне, вторинне, третинне; якісна автоматизація котлів; захист топок теплоізоляційним бетоном, чи іншим матеріалом; організація попереднього підігріву повітря, що надходить на горіння; створення двоходових, триходових теплообмінників котлів; впровадження процесів газогенерації та технологій киплячого шару.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Боднар Л. А. Технічні та екологічні показники водогрійних котлів потужністю до 1 МВт для спалювання соломи/Л. А. Боднар, О. В. Дахновська, Р. Е Бойчук// Науково-технічний збірник "Сучасні технології матеріали і конструкції в будівництві". – 2015. – №2 – С. 115 – 120.
2. Torben S. Straw to energy. Status, technologies and innovation in Denmark 2011. [Електронний ресурс]. Режим доступу http://www.inbiom.dk /Files /Files/ Publikationer/ halmpjeseuk_2011_web.pdf
3. Сайт ПАТ «Південтеплоенергомонтаж» («ІОТЕМ»). Режим доступу до сайту: <http://www.utm-bioenergy.com/>.
4. Чернокрылюк В. В. Экспериментальные исследования котлов НИИСТУ-5, переведенных с газового на твердое топливо / В. В. Чернокрылюк, Е. С. Есин, О. А. Вернигора, П. В. Штырин // Науковий вісник будівництва. – 2014. – № 4. – С. 168-173. – Режим доступу: http://nbuv.gov.ua/UJRN/Nvb_2014_4_41
5. Исьемин Р. Л. Исследования сжигания агропеллет в кипящем слое жаротрубно-димогарного котла/ Р. Л. Исьемин, С. Н. Кузьмин, В. В. Коняхин и др. // Вопросы современной науки и практики. – 2008. – №2. – С. с. 20-24. Режим доступу: <http://vernadsky.tstu.ru/pdf/2008/02t/02t.pdf>
6. Сайт котельного завода Kriger. Котельная мощностью 7,0 МВт/час в Киевской области на соломе, агропелете, щепе топливной. Режим доступу: <http://kriger.com.ua/ru/service/boilers7/>
7. Пат. 102615 України, МПК7 F24H1/00. Водогрійний котел / Боднар Л. А., Степанов Д. В., Робак М. Г.; заявник та патентовласник Вінницький нац. техн. університет. – № 201504315; опубл.10.11.2015, Бюл. №21.
8. Боднар Л. А. Теплогенератор потужністю 100 кВт для спалювання соломи / Л. А. Боднар, А. О. Головка, М. Г. Робак// Всеукраїнський науково-технічний журнал. Техніка, енергетика, транспорт АПК – 2016. – №2. – С. 128-132.

Боднар Лілія Анатоліївна, к.т.н., доцент кафедри теплоенергетики ВНТУ. e-mail: Bodnar06@ukr.net

Головка Ганна Олександрівна, студентка групи ТЕ-13, факультет Будівництва, теплоенергетики і газопостачання, ВНТУ.

Bodnar Lilia, Cand. Sc. (Eng), Assistant Professor of power engineering, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia, e-mail: Bodnar06@ukr.net.

Golovko Anna – Department of Building Heating and Gas Supply, Vinnytsia National Technical University, Moldova.

ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНІ ДОСЛІДЖЕННЯ ПРОЦЕСУ СУШІННЯ ЧЕРВОНОЇ ЦЕГЛИ-СИРЦЮ

Вінницький національний технічний університет

Анотація. Виконано експериментальні дослідження кінетики конвективного сушіння цегли-сирцю в камерній сушарці. Встановлено залежності зміни вологості сировини, швидкості та інтенсивності сушіння, а також зміну теплофізичних характеристик теплоносія в процесі сушіння цегли.

Ключові слова: сушіння, цегла-сирець, конвекція, вологість сировини, вологовміст теплоносія.

Abstract. Experimental investigation of the kinetic of raw bricks convectional drying was performed. Dependencies of humidity of raw materials, velocity and intensity of drying and thermos physical characteristic of heat carrier in the drying process were established.

Keywords: dry, raw brick, convection, moisture raw, moisture content of the coolant.

Актуальність теми, постановка задачі

Цегла-сирець, виготовлена пластичним пресуванням, містить вологу, яка повинна бути видалена, щоб надати цеглинам механічну міцність і підготувати до випалювання.

Сушіння цегли-сирцю в даний час виконують тільки конвективним способом, тобто способом, при якому волога випаровується внаслідок тепломасообміну між виробом і гарячим теплоносієм.

Як теплоносії використовують нагріте відхідне повітря або димові гази, які отримують від спалювання палива. Ці теплоносії є одночасно і вологопоглиначами, оскільки передають цеглі-сирцю теплоту і поглинають випаровану вологу.

При сушінні виробів прагнуть створити оптимальний режим при якому отримують якісні пористі вироби без тріщин в мінімальні терміни і при якнайменших витратах теплоти.

Відпрацювання технологій конвективного сушіння цегли проводять переважно шляхом натурних випробувань, коли з декількох режимів вибирають найбільш ефективний, що є дорогим, трудомістким і, головне, не завжди гарантує оптимальний результат.

Заміщення натурального експерименту обчислювальним стримується відсутністю надійних математичних моделей для прогнозування вихідних показників процесу сушіння в залежності від технологічних параметрів і відсутністю відповідних проблемно-орієнтованих програмно-інформаційних комплексів [1].

Тому застосовують розрахунково-експериментальні методи. Одним з них є метод визначення критичного градієнта вологості. По його величині можна орієнтовно встановлювати оптимальний режим сушіння. Але і такі методи неможливо ефективно застосовувати без надійної бази експериментальних даних, а вони, саме для сушіння цегли-сирцю, занадто застарілі. Сучасні ж експериментальні дані для сушіння цегли носять поодинокий невпорядкований характер [2,3].

Таким чином, експериментальні дослідження процесу сушіння цегли з врахуванням таких параметрів як температура і вологовміст теплоносія, кінетика зміни вологості і швидкості випаровування в процесі сушіння, є актуальною задачею.

Формулювання мети досліджень

Метою даної роботи є експериментальне дослідження процесу сушіння цегли-сирцю для вироблення рекомендацій із забезпечення вибору оптимального режиму термообробки.

Опис експериментальної установки

Експериментальна установка зібрана на базі камерної сушарки «Садочок-1М» і містить теплоізольовану робочу камеру, закриту дверима з ущільнювачем, що запобігає неконтрольованому викиду повітря. Всередині робочої камери на підвісці розташовано стелаж з піддонами, на які насилається сировина. Через теплоізолюючі втулки підвіска зв'язана з електронними цифровими вагами кантерного типу KL-238. Над стелажем розташована камера підготовки теплоносія. Свіже повітря всмокту-

ється вентилятором через вхідний клапан, змішується з рециркульованим теплоносієм і підігрівається нагрівником. Температура підігріву повітря обмежується електронною схемою сушарки "С-1М". Відбійник і стелаж утворюють повітряний клин, який дозволяє розподіляти гарячий теплоносій по піддонах для рівномірного висушування сировини. Теплоносій, проходячи через сировину, відбирає з неї вологу, збирається в тракті рециркуляції і частково викидається назовні через випускний клапан, а частково засмоктується вентилятором в камеру підготовки теплоносія, де змішується зі свіжим повітрям. Кількість викинутого теплоносія регулюється заслінкою, встановленою на випускному клапані.

Температурне поле в робочій камері вимірювалось хромель-копелевими термопарами, з індивідуальним градуванням відносно платиновидій-платинової термопари II розряду, яка використовувався при градуванні як зразкова. Холодні спаї термопар термостатувались при потрібній точці води в термостаті ТЛ1.

Вимірювання термо-е.р.с термопар здійснювалось цифровим вольтметром Щ-300. Для визначення температури мокрого термометра теплоносія і часу адиабатного випаровування вологи з поверхні сировини одна з термопар виконана у вигляді голки, яку можна вставити в шматочок сировини. Витрата відпрацьованого теплоносія, що викидається через випускний клапан контролювалась чашковим анемометром. Детально експериментальна установка і методика проведення експериментів описана в [4].

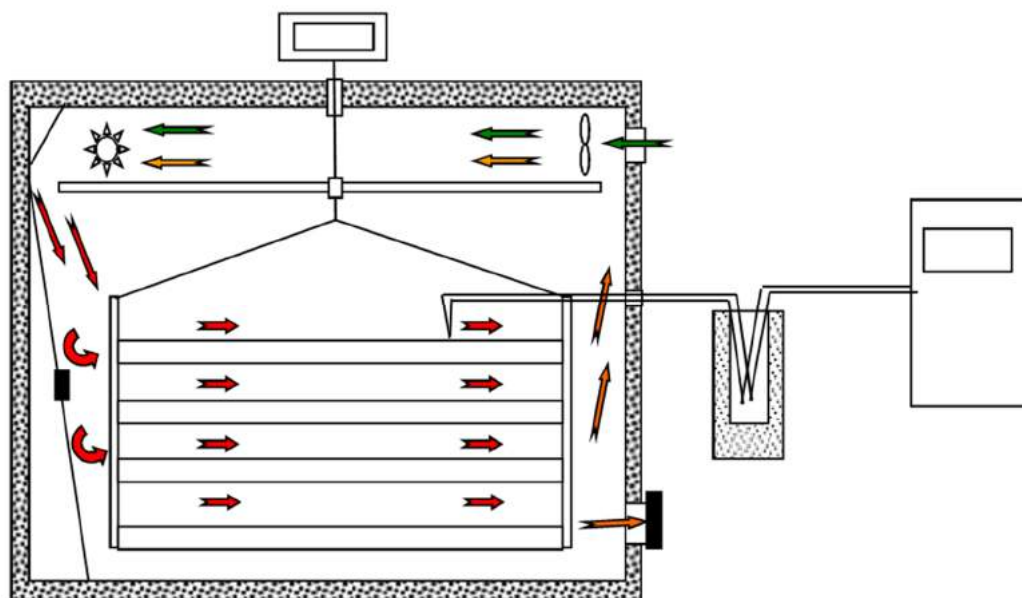


Рисунок1 – Схема експериментальної установки

Основна частина

Експерименти проводились за потужності нагрівника 650 Вт. Температура в сушильній камері не перевищувала 65 °С. Для зменшення закритої площі випаровування цегла-сирець встановлювалась ребром на перфоровані піддони на підставки, що не перешкоджають її обдуванню теплоносієм з усіх боків. В результаті експериментальних досліджень отримано криву, представлену на рис.2.

Результати експериментів оброблялися за методом найменших квадратів та виконувався їх регресійний аналіз. В результаті обробки отримано криву сушіння, подану на рис.3, яка описує зміну відносної вологості сировини в процесі сушіння. З рис. 3 видно, що на кривій сушіння є чітко виражені дві стадії сушіння. Перша стадія – стадія прогріву на кривій сушіння виражена нечітко. Друга – стадія сушіння з постійною швидкістю носить дещо нелінійний характер, що можна пояснити тим, що через масивність зразка стадія прогріву накладається на стадію сушіння. Це підтверджується і залежністю на рис.4, на якому подана швидкість сушіння, отримана в результаті графічного диференціювання кривої сушіння (рис.3).

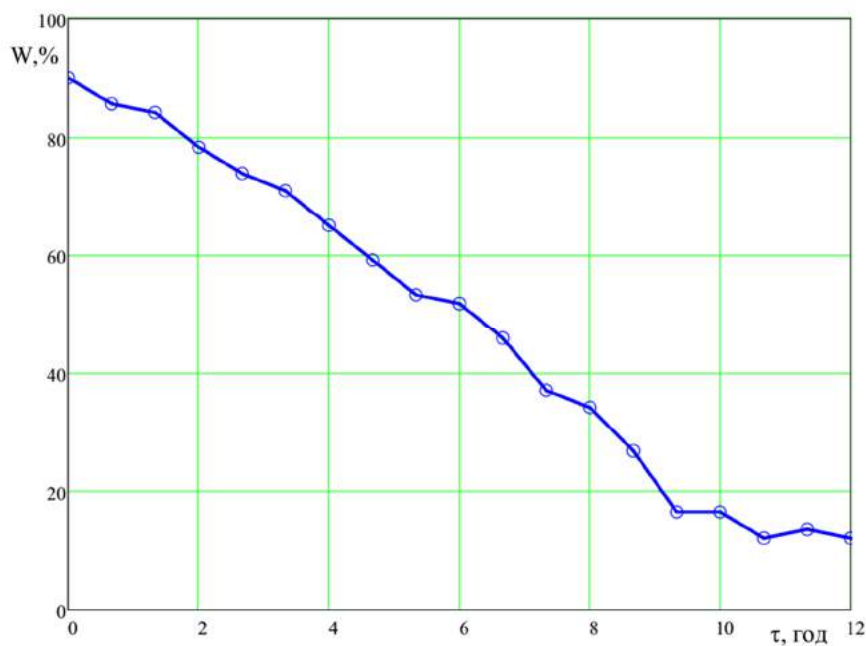


Рисунок 2 – Експериментальна крива сушіння

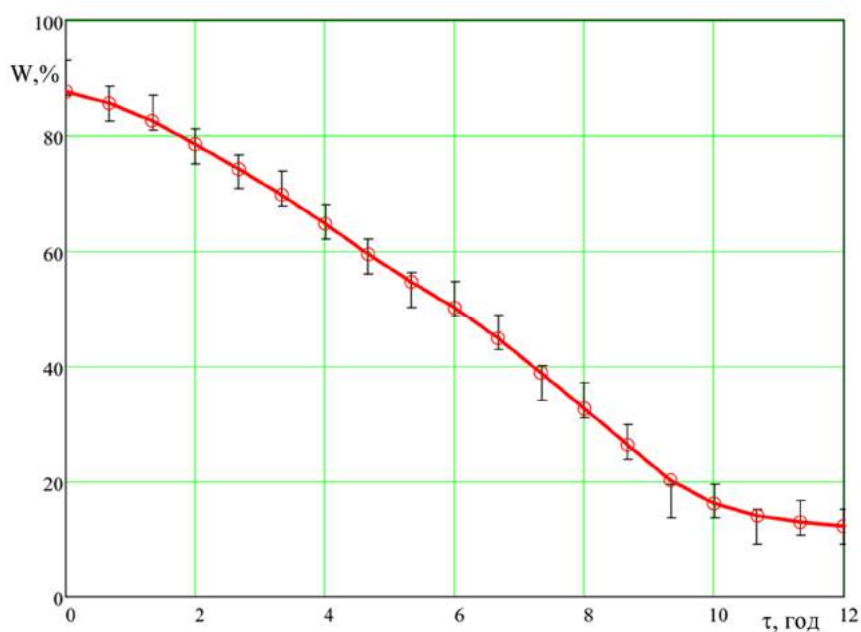


Рисунок 3 – Крива сушіння в результаті регресійного аналізу

На графіку зміни швидкості сушіння (рис.4) видно, що вже на початку процесу вона досить таки значна. Далі, по мірі прогріву сировини, швидкість сушіння зростає, досягаючи максимального значення через 6-7 годин від початку процесу, після чого монотонно зменшується. Досягти рівноважного значення вологості нам не вдалося – це пов'язано з конструкцією сушарки, в якій організовано рух теплоносія з частковою рециркуляцією, тож тривалість процесу сушіння визначалась за середньою масою висушеної цегли.

Інтенсивність процесу сушіння (рис.5) змінюється майже на порядок за 7-8 годин після прогріву, після чого процес стабілізується.

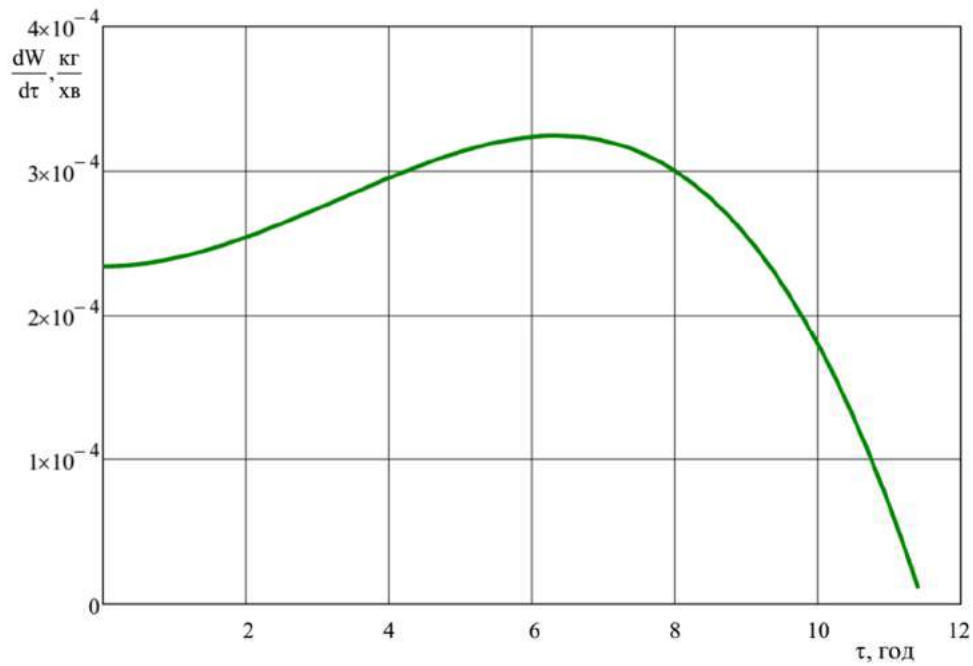


Рисунок 4 – Швидкість сушіння цегли-сирцю



Рисунок 5 – Інтенсивність сушіння цегли сирцю

Результати експериментальних досліджень процесу сушіння цегли-сирцю порівнювали з числовим експериментом, проведеним за розробленою математичною моделлю [5] і літературними даними [3]. Хоча всі три криві (рис.6) добре корелюють між собою, мат модель все ж дає занижені показання відносної вологості сировини.

Разом з дослідженням зміни відносної вологості цегли-сирцю в процесі сушіння досліджувались також теплофізичні параметри теплоносія (зміна відносної вологості і вологовміст) та їх вплив на швидкість сушіння. Результати подані на рис.7. Максимальної швидкості сушіння набуває за стабілізації параметрів теплоносія.

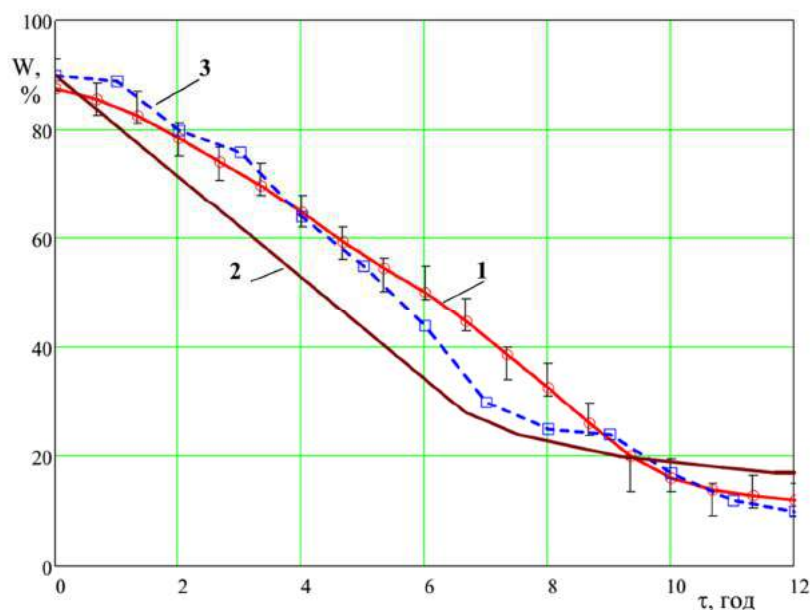


Рисунок 6 – Порівняння результатів фізичного експерименту з числовим і літературними даними
1 – фізичний експеримент, 2 – числовий експеримент, 3 – літературні дані [4]

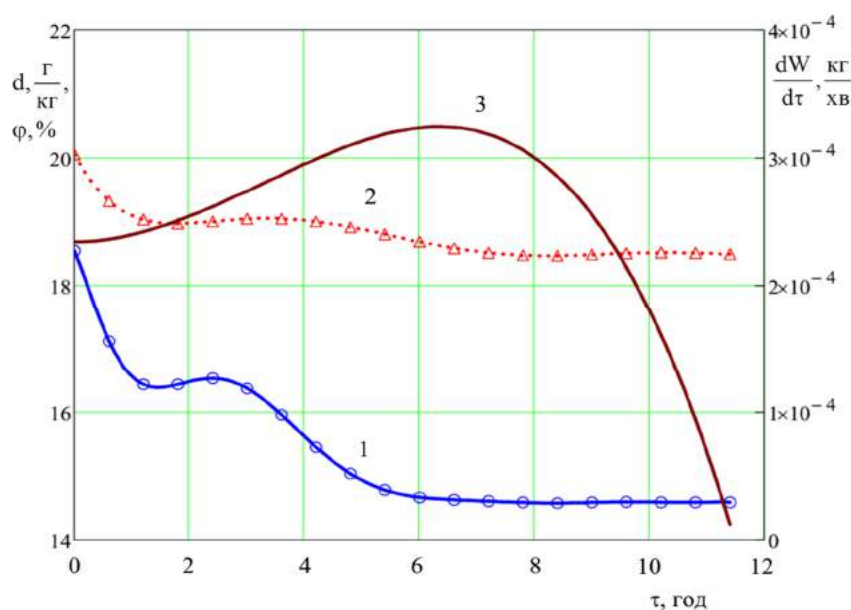


Рисунок 7 – Зміна вологовмісту і відносної вологості теплоносія та їх вплив на швидкість сушіння
1 – відносна вологість теплоносія; 2 – вологовміст теплоносія; 3 – швидкість сушіння

Висновки

Параметри процесу сушіння суттєво впливають на якість і експлуатаційні властивості керамічної цегли, сам процес відрізняється тривалістю і енергоємністю, вносячи істотний внесок в собівартість виробів.

У капілярно-пористих тілах процес тепло масообміну значною мірою ускладнюється в умовах зміни вмісту води в просторі пористої структури. Тому при моделюванні тепловологісного стану капілярно-пористого тіла необхідно врахувати особливості матеріалу, такі як розмір пор, їх форма, і щільність розташування.

З метою прогнозування якості виробів і запобігання технологічного браку при сушінні цегли бажано визначати також градієнти температури і вмісту води у виробі та швидкості об'ємної усадки.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Ковальногов Н. Н. Моделирование тепловлажностного состояния кирпича в процессе его сушки / Н. Н. Ковальногов, Т. В. Павловичева // Известия вузов. Проблемы энергетики, 2011. №7-8. С.12 – 20.
2. Уразбахтин Ф. А. Экспериментальное определение параметров сушки керамического кирпича-сырца / Ф. А. Уразбахтин, А. Р. Хабилов, М. А. Святский // Строительные материалы. – 2008. – №4, С. 42-45.
3. Патент РФ 2469292. Способ определения коэффициента диффузии жидкости в капиллярно-пористом теле / Ковальногов В. Н., Ковальногов Н. Н., Павловичева Т. В. №2011114023/28. Заявл.08.04.2011. Опубл. 10.12.2012. Бюл. № 34.
4. Співак О. Ю. Установка для дослідження кінетики сушіння сировини / О. Ю. Співак, В. І. Музичук, К. О. Іщенко // Сучасні технології, матеріали і конструкції в будівництві. – 2012. – №2. – С. 88–90.
5. Співак О. Ю. Математичне моделювання процесу сушіння цегли / О. Ю. Співак, І. В. Фіник, П. С. Коба // Інноваційні технології в будівництві 2016 : матеріали Міжнар. конф., 5–7 лист. 2016 р., Вінниця, Україна / Вінницький нац. техн. ун-т. – режим доступу <https://conferences.vntu.edu.ua/index.php/itb/itb2016/paper/viewfile/1570/1278>.

Співак Олександр Юрійович – к. т. н., доцент кафедри теплоенергетики. Вінницький національний технічний університет, м. Вінниця, E-mail: spivak000@gmail.com.

Olexandr Y. Spivak – Cand. Sc. (Eng), Assistant Professor of Department of Thermal Power Engineering, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia, email : spivak000@gmail.com.

ОБГРУНТУВАННЯ ЕЛЕКТРОКОТЕЛЬНІ ДЛЯ ТЕПЛОПОСТАЧАННЯ НАВЧАЛЬНОГО КОРПУСУ ВНТУ

Вінницький національний технічний університет

Анотація

Виконано аналіз доцільності використання електричної котельні для опалення навчального корпусу ВНТУ. Зроблено оцінювання ефективності теплопостачання навчального корпусу від електрокотельні з різними варіантами споживання та обліку електроенергії. Розраховано і співставлено собівартості кожного із варіантів з показниками газової водогрійної котельні.

Ключові слова

Електрична котельня, двозонний лічильник, електричне опалення, тризонний лічильник, енергоресурси, баки-акумулятори.

Abstract

The analysis of the feasibility of using electric boiler for heating academic building VNTU. Made of evaluating the effectiveness of educational building heating electric boiler room with different options and consumption metering. Calculated and compared the cost of each of the options and gas boiler room.

Keywords

Electric boiler, dual-zone counter, electric heating, three-zone counter, energy resources, tanks – accumulation.

Вступ. Постановка задачі

В зв'язку із стрімким вичерпанням непоновлюваних енергоресурсів, недостатнім розвитком поновлюваних енерготехнологій [1], високою енергоємністю української промисловості та житлово-комунального сектору особливої актуальності набувають питання обгрунтованого вибору джерел енергії для теплопостачання будівель.

Використання електрокотельні для теплопостачання має ряд переваг та недоліків в порівнянні з котельнями на інших енергоресурсах. Перевагами електрокотельні є: відсутність продуктів згоряння і, відповідно, техногенного впливу на навколишнє середовище в місці теплопостачання; зручність управління процесами теплопостачання; вибухо- та пожежна безпека; відсутність необхідності зберігати паливо та золу; низькі капіталовкладення та простота монтажу [2].

Недоліками електрокотельні є: термодинамічна неефективність; висока вартість електроенергії і потенційне її здорожчання в майбутньому; обмеження по підключенню електричної потужності до мереж.

В Україні активно впроваджуються системи дво- та тризонного обліку спожитої електроенергії. На даний час існують такі тарифні коефіцієнти для зонного обліку [3]: для двозонного – нічний 0,35, денний 1,8; для тризонного – нічний 0,25, напівпіковий 1,02, піковий 1,8.

Використання електроенергії в нічний період доби, крім економічного ефекту, дозволяє зменшити добову нерівномірність споживання електроенергії в районних та міських мережах, вирівняти графік виробництва електроенергії і відповідно зменшити питомі витрати умовного палива на електростанціях і техногенне навантаження на навколишнє середовище [4].

Об'єктом для впровадження електрокотельні обрано навчальний корпус №1 Вінницького національного технічного університету. Розрахункова річна витрата теплоти на теплопостачання корпусу складає 390 Гкал.

Мета даної роботи – оцінювання ефективності теплопостачання навчального корпусу від електрокотельні з різними варіантами споживання та обліку електроенергії.

Результати досліджень

В схемі електрокотельні встановлено 6 електричних котлів з комплектами автоматики, два циркуляційні насоси, теплолічильники, розширювальні баки, регулювальна та комутуюча арматура. Обладнання електрокотельні підключається паралельно до введів теплоти від базової газової водогрійної котельні (рис. 1).

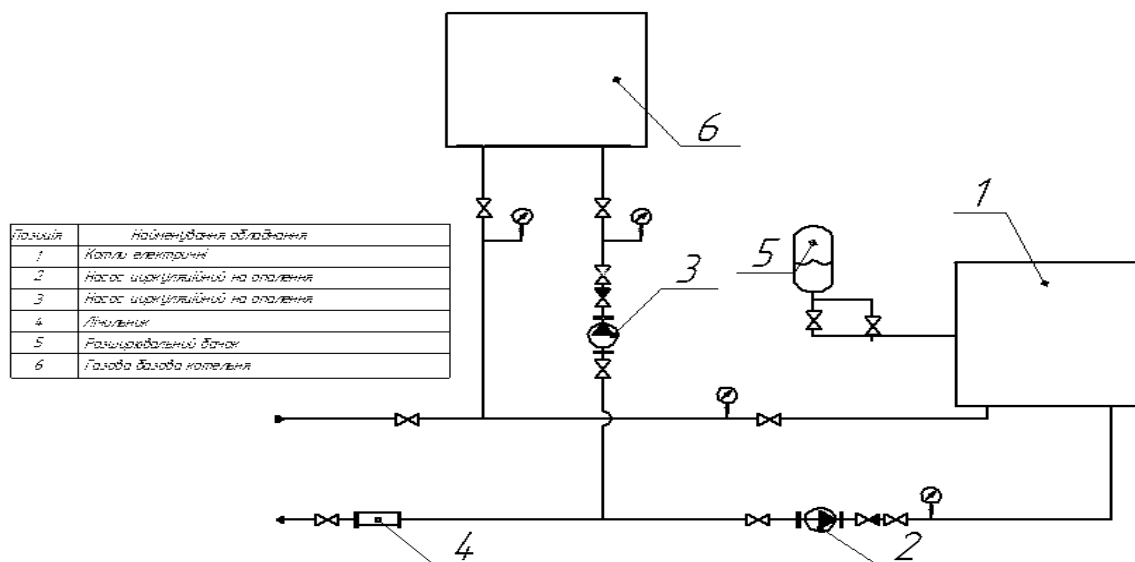


Рисунок 1 – Схема електричної котельні із підведення газового котельні

Для дослідження запропоновано 6 варіантів споживання і обліку електроенергії.

Базовим варіантом для порівняння є тепlopостачання від газової водогрійної котельні за тарифом 1330, 33 грн/Гкал або 317,5 грн/ГДж [5].

Варіант №1 – використання електрокотельні цілодобово із звичайним однозонним обліком і ціною електроенергії 1,68 грн/(кВт·год).

Варіант №2 – використання електроенергії в нічний час із двозонним обліком і коефіцієнтом ціни 0,35, і використання теплоти від газової котельні в денний час.

Варіант №3 – використання електроенергії із тризонним обліком в нічний час з коефіцієнтом ціни 0,25 та в час напівпіку з коефіцієнтом 1,02, протягом 6 годин пікових навантажень пропонується використання теплоти від газової котельні.

Варіант №4 – використання електроенергії із тризонним обліком в нічний час з коефіцієнтом ціни 0,25, протягом 11 год напівпікових та 6 годин пікових навантажень пропонується використання теплоти від газової котельні.

Варіант №5 – використання електроенергії в нічний час із тризонним обліком і коефіцієнтом ціни 0,25, а в інший час тепlopостачання відбувається від системи баків-акумуляторів, які заряджаються в нічний час. Впровадження такої схеми вимагає додаткових капіталовкладень в порівнянні з попередніми варіантами, відведення значної території для розміщення важких та габаритних акумуляторів теплоти і можливості приєднання значної електричної потужності.

Варіант №6 – використання електроенергії в нічний час та в час напівпіку із тризонним обліком і коефіцієнтом ціни 0,25 та 1,02, а в інший час – від системи баків-акумуляторів. Такий варіант дозволяє зменшити в 2,5 рази масу та габарити баків-акумуляторів та приєднану потужність котельні в порівнянні з варіантом №4.

При проведенні числових досліджень прийнято, що котельню обслуговує один працівник з мінімальним фондом заробітної плати, норма амортизації – 7,5%, електрична потужність циркуляційного насоса 3 кВт.

Як видно з результатів дослідження (рис. 2) електрокотельня без зонного обліку (варіант №1) має вищу вартість теплоти ніж газова котельня.

Варіант із двозонним обліком і роботою котельні тільки вночі має дещо меншу собівартість теплоти, ніж показник базового варіанту, але простий термін окупності капіталовкладень сягає 16 сезонів, тому варіант №2 також недоцільний.

Варіант №3 із тризонним обліком електроенергії і роботою електрокотельні протягом 18 годин (нічний час та період напівпіку), а решту доби – підключення до газової котельні не окуповується.

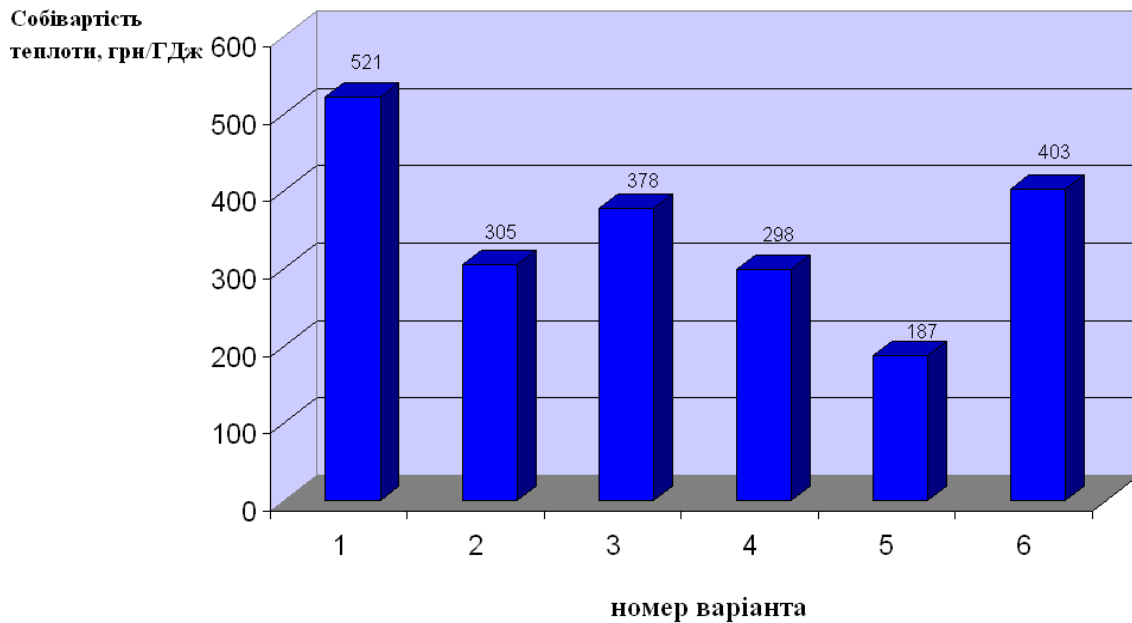


Рисунок 2 – Результати досліджень показників ефективності варіантів роботи електрокотельні

Для варіанта №4 – за умов теплопостачання від електрокотельні 7 годин (нічний час), решту часу від газової котельні – простий термін окупності складає 7,5 років.

Найбільш економічно доцільним є варіант №5 із тризонним обліком, роботою електрокотельні в нічний час і баками-акумуляторами для теплопостачання протягом решти доби. Термін окупності такого варіанту складає менше 3 років, але необхідна електрична потужність сягає 750 кВт, крім того значна маса та об'єм баків-акумуляторів вимагає додаткової території для розміщення обладнання.

Варіант №6 із 2,5 рази меншими розмірами баків-акумуляторів і приєднаною електричною потужністю котельні не окуповується.

Варіювання кількістю годин роботи котельні в період напівпікових навантажень (між варіантами №5 та №6) дозволить отримати задовільне значення терміну окупності обладнання.

Висновки

Таким чином, порівняння різних варіантів використання електрокотельні для теплопостачання навчального корпусу показало, що можна досягти економічної ефективності в порівнянні із теплозабезпеченням від газової котельні. Термін окупності для різних варіантів коливається в межах 2,5...16 років. Крім того, впровадження електрокотелень з зонним обліком електроенергії має низку додаткових переваг: постачання енергоресурсів є надійним; немає необхідності у створенні запасу палива; зменшуються екологічні проблеми безпосередньо на території університету та прилеглих територіях, адже університет розташований у густонаселеному мікрорайоні; досягається зменшення нерівномірності споживання електроенергії в районних та міських мережах; вирівнюється графік виробництва електроенергії і відповідно зменшуються питомі витрати умовного палива і техногенне навантаження на навколишнє середовище.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Развитие теплоэнергетики и гидроэнергетики [Електронний ресурс]. Режим доступу: <http://energetika.in.ua/ru/books/book-3>
2. Степанов Д.В. Обґрунтування джерела теплопостачання навчального корпусу ВНТУ / Д.В. Степанов, А.О.Буянов // Електронне наукове видання матеріалів Міжнародної науково-практичної інтернет-конференції «Молодь в технічних науках: дослідження, проблеми, перспективи (МТН – 2015)» (23-26 квітня 2015 р., Вінниця)

3. Нові тарифи на електроенергію 2017 [Електронний ресурс]. Режим доступу: <http://www.teploline.com.ua/statti/47-aktualni-taryfy-na-elektroenerhiyu.html>
4. Степанов Д.В. Обґрунтування раціонального джерела теплопостачання навчального корпус ВНТУ / Д. В. Степанов, Н. Д. Степанова, А. О. Буянов // Сучасні технології, матеріали та конструкції в будівництві. – 2016. – №1. – С. 123-127.
5. Тарифи на гарячу воду і опалення у м. Вінниця 2016-2017р. [Електронний ресурс]. Режим доступу: <http://www.vinnitsa.info/news/tarifi-na-garyachu-vodu-i-opalennya-zrosli-vdvichi-skilki-vinnichani-platitimus-z-1-lipnya.html>

Степанов Дмитро Вікторович, кандидат технічних наук, доцент, доцент кафедри теплоенергетики, Вінницький національний технічний університет, м. Вінниця, Stepanovdv@i.ua

Богомаз Вадим Олегович, студент групи ТЕ-136, факультет будівництва, теплоенергетики та газопостачання, Вінницький національний технічний університет, vadum.bogomaz1996@mail.ru

Stepanov Dmitry, candidate of technical Sciences, associate Professor, Department of power engineering, Vinnytsia national technical University, Vinnytsia, Stepanovdv@i.ua

Bogomaz Vadim, Department of construction, heat power engineering and gas supplying, Vinnytsia national technical University, vadum.bogomaz1996@mail.ru

ТРИГЕНЕРАЦІЙНА БІОГАЗОВА УСТАНОВКА

Вінницький національний технічний університет

Анотація

Виконано аналіз доцільності використання біогазової тригенераційної установки на сільськогосподарському підприємстві для отримання органічних добрив, електроенергії, теплоти і холоду. Встановлено, що тригенерація дозволяє більш повно використовувати енергію біогазу протягом року, зменшити використання непоновлюваних джерел енергії – природного газу та електроенергії, отримати невеликі терміни окупності обладнання завдяки використанню «зеленого тарифу» продажу виробленої електроенергії. Запропоновано схему тригенераційної біогазової установки.

Ключові слова

Тригенерація, абсорбційна холодильна машина, двигун внутрішнього згорання, біогазова установка, зелений тариф

Abstract

The analysis of the feasibility of using biogas threegeneration plants on farms to produce organic fertilizer, electricity, heat and cold is made. It is established that the threegeneration makes better use of the energy of biogas during the year, reduce the use of non-renewable energy sources – natural gas and electricity, get a small payback period through the use of "green tariff" for the sale of produced electricity. The scheme of threegeneration biogas plant is proposed.

Keywords

Threegeneration, absorption refrigerating machine, engine of internal combustion, biogas installation, green tariff

Вступ

Тригенерація це комбіноване виробництво електроенергії, теплоти і холоду. При цьому особливість тригенерації полягає в тому, що холод виробляється абсорбційною холодильною машиною, що в основному споживає теплову енергію, а не електричну.

Тригенерація є більш вигідною в порівнянні з когенерацією, оскільки дає можливість ефективно використовувати утилізовану після двигуна внутрішнього згорання теплоту не лише взимку для опалення, але і влітку для кондиціонування приміщень або для потреб технологічного охолодження. З цією метою можна використовувати абсорбційні бромистолітєві холодильні установки. Такий підхід дозволяє ефективно використовувати генерувальну установку круглий рік, тим самим не знижуючи високий коефіцієнт корисної дії енергоустановки в літній період, коли потреба в теплоті, яку виробляє таке устаткування, знижується.

У зв'язку з енергетичною кризою в Україні використання альтернативних джерел енергії є все більш актуальним, а анаеробна переробка тваринницьких відходів із виробництвом біогазу, який за своїми властивостями незначно поступається природному газу, є одним з найбільш економічно, енергетично та екологічно ефективних методів утилізації відходів. В свою чергу, отриманий біогаз найбільш доцільно спалювати у місці виробництва у двигунах внутрішнього згорання із виробленням електроенергії та теплоти. Частина виробленої теплоти в теплий період року використовується в абсорбційній холодильній машині для виробництва холоду.

Потенційним об'єктом для впровадження біогазових тригенераційних технологій є тваринницькі ферми. Тригенераційний комплекс дозволяє максимально знизити собівартість електроенергії, гарячого водопостачання, опалювання та охолодження на об'єкті застосування.

Мета даної роботи – оцінювання доцільності та розробка схеми енергоефективної тригенераційної біогазової установки для сільськогосподарського підприємства.

Результати досліджень

За об'єкт дослідження було взято фермерське господарство «Щербич», Вінницької області Літинського району с. Багринівці. Поголів'я ферми складається з ВРХ 260 шт. та свиней 1800 шт., така кількість тварин дає змогу отримувати 1878,4 кубічних метри біогазу за добу [1], що заміщає собою 1181 кубічних метрів природного газу [2]. За рекомендаціями [3] розроблено та розраховано

схему біогазової установки з використанням когенераційної установки (рис. 1). Також після отримання біогазу отримується велика кількість органічних добрив, що продаються або застосовуються в господарстві. При використанні такої схеми термін окупності проекту становить 2 роки [4].

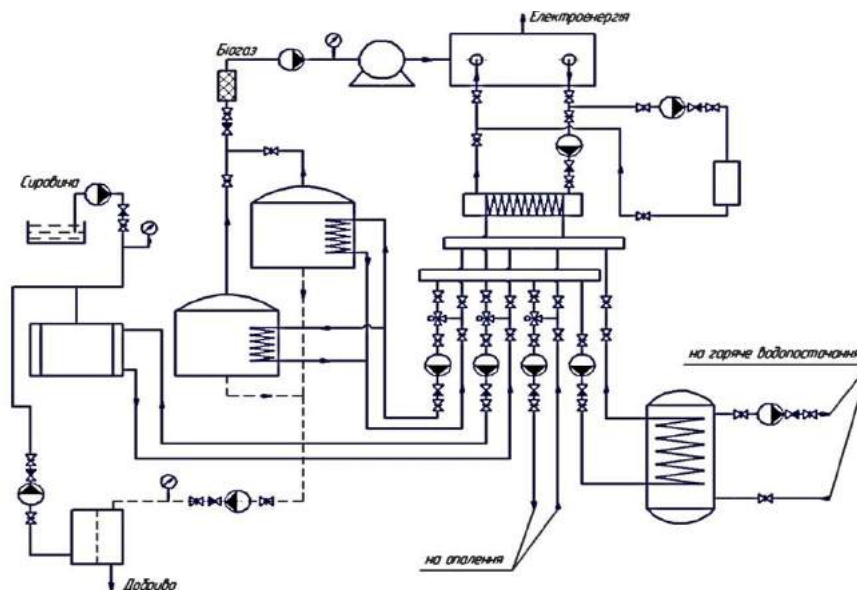


Рисунок 1 – Схема когенераційної біогазової установки

Враховавши, що на фермі крім вирощування тварин є виробництво м'ясо-молочної продукції було запропоновано використання тригенераційної установки з абсорбційною холодильною машиною [5], яка покриє значну частку споживання холоду господарством. На основі модернізації раніше запатентованої схеми [6] розроблена схема тригенераційної біогазової установки (рис. 2).

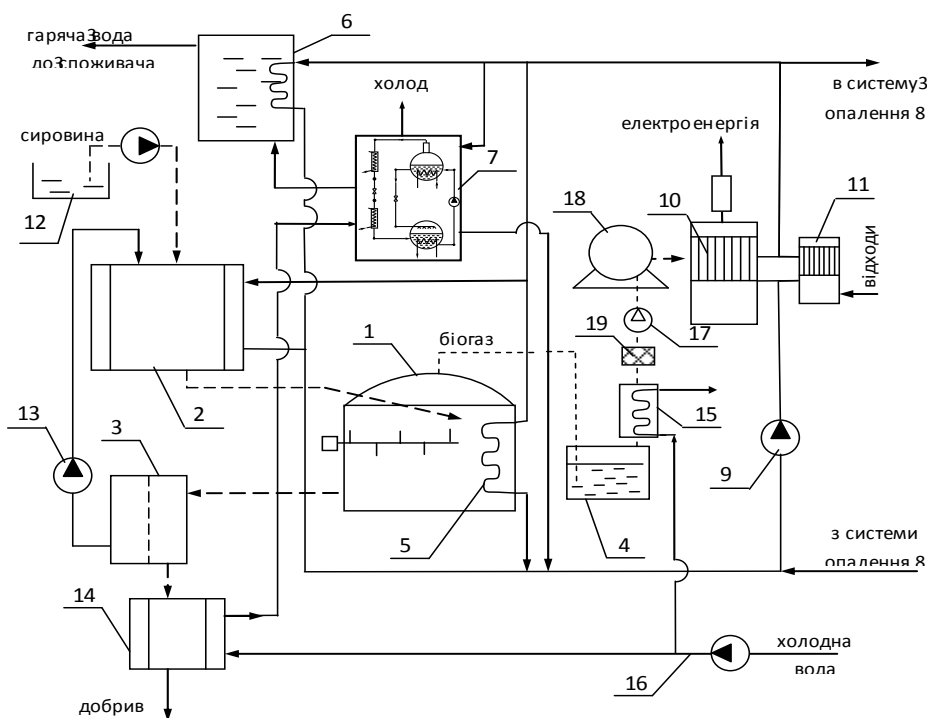


Рисунок 2-Схема тригенераційної біогазової установки

Установка складається з біореактора 1, який з'єднаний трубопроводами з внутрішньою порожниною змішувача 2, розділювачем зброженого субстрату 3 та гідрозатвором 4.

Теплообмінник біореактора 5, бак-акумулятор гарячої води 6, абсорбційна холодильна машина 7 для виробництва теплоти і холоду та зовнішня порожнина змішувача 2 та система опалення 8

з'єднані трубопроводами, обладнаними циркуляційним насосом 9, з когенераційною установкою 10 для виробництва теплоти і електроенергії та теплогенератором 11 для газогенераторного спалювання твердих органічних відходів. Внутрішня порожнина змішувача 2 з'єднана трубопроводом, обладнаним фекальним насосом, з приймальною посудиною 12 та трубопроводом, обладнаним насосом рециркуляції рідкої фази 13, розділювачем збродженого субстрату 3. Розділювач збродженого субстрату 3 з'єднаний трубопроводом з внутрішньою порожниною теплоутилізатора 14.

Зовнішня порожнина теплоутилізатора 14 та осушувач біогазу 15 з'єднані з трубопроводом подавання холодної води 16 з насосом. Компресор 17 та газгольдер 18 сполучені з когенераційною установкою 10, з'єднані із гідрозатвором 4 через осушувач біогазу 15 та фільтр для очищення від сірководню 19. Абсорбційна холодильна машина 7 сполучена з баком-акумулятором гарячої води 6 та зовнішньою порожниною теплоутилізатора 14. Всі трубопроводи, біореактор, теплоутилізатор, осушувач отриманого біогазу, змішувач теплоізолювані.

Установка працює наступним чином. Свіжий субстрат завантажується з приймальної посудини 12 у змішувач 2 насосом, де він змішується із рідкою фракцією, що поступає з розділювача збродженого субстрату 3 під дією насоса рециркуляції рідкої фракції 13. Підготовлений у змішувачі 2 субстрат завантажується в біореактор 1. Вода, що нагрівається в когенераційній установці 10 та теплогенераторі 11, який працює на органічних відходах, циркулює через систему опалення 8, зовнішню порожнину змішувача 2, теплообмінник біореактора 5, змішувач бака-акумулятора 6 та абсорбційну холодильну машину 7, що виробляє теплоту та холод, під дією циркуляційного насосу 9.

Зброджений субстрат відводиться у розділювач 3, звідки відділена рідка фракція за допомогою насоса рециркуляції 13 повертається в змішувач, а згущений субстрат відводиться у внутрішню порожнину теплоутилізатора 14, де нагріває холодну воду, що подається трубопроводом 16 під дією насоса. Отриманий біогаз за допомогою компресора 17 подається у газгольдер 18 через гідрозатвор 4, осушувач отриманого біогазу 15, який охолоджується свіжою водою з трубопроводу 16, та фільтр для очищення від сірководню 19, звідки біогаз іде на когенераційну установку 10, що виробляє теплоту та електроенергію. Холодна вода після теплоутилізатора 14 підігрівається в теплообміннику абсорбційної холодильної машини 7 і подається в бак-акумулятор гарячої води 6, де догрівається і спрямовується до споживачів. Холод використовується для попереднього охолодження молока, охолодження м'яса та кондиціонування м'ясозаготівельного цеху.

Для даних умов є можливість отримання «зеленого тарифу» продажу електроенергії на енергоринок. Отримана з органічних відходів електроенергія має коефіцієнт до тарифу 2,30 [7].

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Ткаченко С.Й. Теплообмінні та гідродинамічні процеси в елементах енергозабезпечення біогазової установки. Монографія./ С. Й. Ткаченко, Д. В. Степанов – Вінниця: УНІВЕРСУМ–Вінниця, 2004. – 132 с.
2. Біогазові установки. [Електронний ресурс]. Режим доступу: <http://www.biteco-energy.com/biogazovye-ustanovki-3/>
3. Ткаченко С. Й. Розрахунки теплових схем і основи проектування джерел теплопостачання. Навч. Посібник / С. Й. Ткаченко, М. М. Чепурний, Д. В. Степанов – Вінниця: ВНТУ, 2005. – 137 с.
4. Карп И. Н. Экономические показатели использования различных видов топлив в энергетике [Текст] / И. Н. Карп, А. В. Степанов // Экотехнологии и ресурсосбережение. – 1999. – №4. – С. 3 – 6
5. АБХМ на горячей воде. [Електронний ресурс]. Режим доступу: <http://abxm-thermax.ru/abxm/abxm-na-goryachej-vode>
6. Патент України на корисну модель № 80552, МПК7 C02F11. Установка для производства энергоносителей из органических отходов / Степанов Д. В., Ткаченко С.Й., Степанова Н. Д. // Промислова власність. – К. : Український інститут промислової власності. – 2013, бюл. № 11, опубл. 10.06.2013 р.
7. Закон України 1804-19 від 22.12.2016 р. «Про внесення зміни до Закону України "Про електроенергетику" щодо коефіцієнтів "зеленого" тарифу для електроенергії, виробленої з використанням альтернативних джерел енергії» – Відомості Верховної Ради 2017, №4, ст. 47.

Степанов Дмитро Вікторович, кандидат технічних наук, доцент, доцент кафедри теплоенергетики, Вінницький національний технічний університет, м. Вінниця, Stepanovdv@i.ua

Спринчук Юрій Ярославович, студент групи ТЕ-136, факультет будівництва, теплоенергетики та газопостачання, Вінницький національний технічний університет, iyurik1996i@gmail.com

Stepanov Dmitry, candidate of technical Sciences, associate Professor, Department of power engineering, Vinnytsia national technical University, Vinnytsia, Stepanovdv@i.ua

Sprinchuk Yuriy, Department of construction, heat power engineering and gas supplying, Vinnytsia national technical University, iyurik1996i@gmail.com

ФОРМУВАННЯ ОБ'ЄКТА-ГІПОТЕЗИ ЗА УМОВ СИНТЕЗУ БІОГАЗОВОЇ УСТАНОВКИ

Вінницький національний технічний університет

Анотація

Для більшості об'єктів великої енергетики розроблені та успішно функціонують методи їх синтезу і аналізу. Ці методи адаптовані також для промислової теплоенергетики, але деякі питання залишаються нерозкриті. У роботі до відомих оптимізаційних критеріїв додаються критерії економії води та вирівнювання піків електричного навантаження, що є досить актуальним. Для проведення синтезу біогазової установки (БГУ) сформовано об'єкт-гіпотезу та запропоновані рівняння для її дослідження. Таке представлення процесу створення біогазової установки дає можливість її дослідження, враховуючи запропоновані критерії якості.

Ключові слова: об'єкт-гіпотеза, електричний водогрійний котел, газовий водогрійний котел, біогазова установка, субстрат.

Abstract

For most large energy objects developed and successfully used methods of synthesis and analysis. These methods are well adapted for industrial power system, but some issues remain unsolved. The work to the already known criteria of optimization are added to water saving and smoothing peaks in electricity load, which is important. For the synthesis of a biogas plant formed object-hypothesis and proposed equation is carried out for its study. This presentation creation process biogas plant enables its study considering the proposed quality criteria.

Keywords: object-hypothesis, electric hot water boiler, gas hot water boiler biogas plant, substrate.

Вступ

Питання методів синтезу будь-якого теплоенергетичного обладнання, а зокрема і біогазових установок, завжди залишаються актуальними. Створення енергоефективної екологічно безпечної системи потребує проведення великої кількості числових і натурних досліджень та включає ряд послідовних етапів, які описані в спеціалізованій літературі [1] здебільшого для великої енергетики.

Методи синтезу теплотехнологічної системи в основному адаптовані для промислової теплоенергетики [2, 3]. Зокрема в практиці проектування часто використовується ітеративний метод синтезу рішень. На першому етапі синтезу генерується об'єкт-гіпотеза, якість якої попередньо недостатньо відома, а на другому етапі дана гіпотеза перевіряється і оцінюється [3, 4]. БГУ – складна теплотехнологічна система, в елементах якої відбуваються наступні робочі процеси: механічні, гідродинамічні, масообміні, теплообмінні, біохімічні, біотехнологічні тощо. Тому процеси аналізу та синтезу пропонується виконувати використовуючи відомі балансові залежності для оцінки зовнішніх та внутрішніх матеріальних і теплових потоків, а в якості функції мети використати відносну частку біогазу на власні потреби.

Результати дослідження

В даній роботі ці методи отримують подальший розвиток з врахуванням особливостей біотехнологічних систем. До критеріїв якості, які проаналізовано у роботі [2], додаються критерії економії води та вирівнювання піків електричного навантаження.

Запропонована авторами математична модель [4] використовується тоді, коли сформована об'єкт-гіпотеза. В даному випадку як об'єкт-гіпотеза подана система БГУ з утилізацією теплоти відпрацьованої суміші, поверненням частки рідкої фази відпрацьованого субстрату в технологічний процес та використанням в нічний час електричних котлів з двозонним обліком електричної енергії (рис. 1), що призводить в деякій мірі до вирівнювання графіка навантаження електричної мережі.

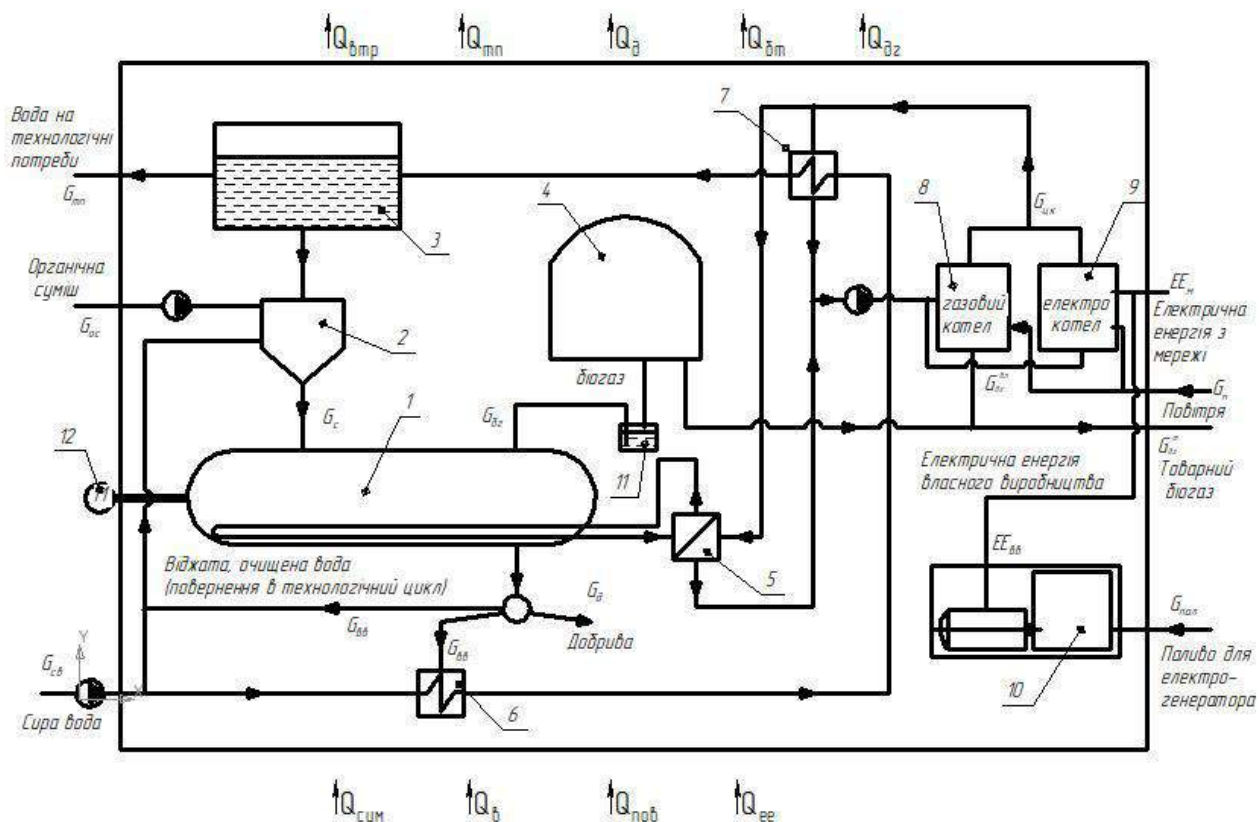


Рисунок 1 – Схема БГУ з електричним котлом

1 – біогазовий реактор; 2 – змішувач органічної суміші; 3 – бак-акумулятор; 4 – газгольдер; 5 – теплообмінник термостабілізації реактора; 6 – теплообмінник-утилізатор; 7 – теплообмінник контуру водогрійного котла; 8 – водогрійний газовий котел; 9 – водогрійний електричний котел; 10 – електрогенератор; 11 – запобіжний водяний затвір; 12 – електропривід мішалки.

Теплонадходження в систему: $Q_{\text{сум}}$ – енергія органічних відходів; $Q_{\text{пов}}$ – енергія принесена з повітрям; $Q_{\text{в}}$ – енергія внесена з водою; $Q_{\text{еє}}$ – енергія електричного струму. Тепловтрати в системі: $Q_{\text{втр}}$ – тепловтрати з поверхні обладнання; $Q_{\text{дг}}$ – втрати з димовими газами; $Q_{\text{д}}$ – втрати з добривами після утилізації; $Q_{\text{дт}}$ – втрати з товарним біогазом; $Q_{\text{д2}}$ – втрати з водою на технологічні потреби.

За даною схемою перероблений субстрат надходить на сепаратор, де механічно розділяються залишки зброджування на тверді і рідкі фракції. Тверда фракція складає 3...3,5% субстрату.

В даній роботі виведені балансові рівняння, в яких враховані вологість органічних відходів [5] $W_{\text{орг}}$, вологість підготовленого субстрату $W_{\text{суб}}$, який завантажується в біореактор та вологість рідкої фази $W_{\text{р.ф.}}$ після сепарації відпрацьованого в біореакторі субстрату. Система рівнянь має вигляд:

$$\begin{cases} G_{\text{суб}} \cdot \frac{W_{\text{суб}}}{100} = G_{\text{гн}} \cdot \frac{W_{\text{орг}}}{100} + G_{\text{р.ф.}} \cdot \frac{W_{\text{р.ф.}}}{100} + G_{\text{в}}; \\ G_{\text{суб}} = G_{\text{орг}} + G_{\text{р.ф.}} + G_{\text{в}}; \\ G_{\text{р.ф.}} = \psi \cdot G_{\text{в}}, \end{cases} \quad (1)$$

де $G_{\text{суб}} = G_{\text{орг}} + (1 + \psi) \cdot G_{\text{в}}$.

Із системи рівнянь (1) визначаємо $G_{\text{орг}}$, $G_{\text{в}}$, $G_{\text{р.ф.}}$.

$$G_{\text{орг}} = \frac{G_{\text{суб}} \cdot \bar{W}_{\text{суб}} - \frac{\psi}{\psi + 1} \cdot G_{\text{суб}} - \bar{W}_{\text{р.ф.}} \cdot \frac{1}{1 + \psi} \cdot G_{\text{суб}}}{\bar{W}_{\text{орг}} - \frac{\psi}{\psi - 1} \cdot \bar{W}_{\text{р.ф.}} - \frac{1}{\psi - 1}} \cdot G_{\text{суб}}; \quad (2)$$

$$G_v = \frac{(\psi \cdot \bar{W}_{p.f.} + 1) - (\psi + 1) \cdot \bar{W}_{орг}}{\bar{W}_{суб} - \bar{W}_{орг}} \cdot G_{суб}; \quad (3)$$

$$G_{p.f.} = \psi \cdot \frac{(\psi \cdot \bar{W}_{p.f.} + 1) - (\psi + 1) \cdot \bar{W}_{орг}}{\bar{W}_{суб} - \bar{W}_{орг}} \cdot G_{суб}; \quad (4)$$

$$\bar{W}_{суб} = W_{суб} / 100; \bar{W}_{орг} = W_{орг} / 100; \bar{W}_{p.f.} = W_{p.f.} / 100,$$

де $G_{суб}$ – добове завантаження субстрату в реактор, кг; $G_{орг}$ – добова витрата органічних відходів, кг, які надходять в реактор БГУ в складі субстрату; $G_{p.f.}$ – добовий вихід рідкої фракції з сепаратора після розділення фаз відпрацьованого в біореакторі субстрату, кг.

З використанням залежностей (2) – (4) і загальновідомих балансових рівнянь теплоти встановлено, що за умови використання рідкої фази для отримання субстрату вологістю 92 % в біогазовій установці об'ємом 1000 м³ можна зекономити сиру воду та до 6...10% теплової енергії біогазу, який вироблений за добу, при підігріві води від 5 °С до 33 °С.

Висновки

1. Отримали подальшого розвитку методи математичного моделювання теплотехнологічних схем БГУ.
2. За умов реалізації технології по використанню рідкої фази для отримання субстрату вологістю 92% в біогазовій установці об'ємом 1000 м³ можна зекономити сиру воду та до 6...10% теплової енергії біогазу, який вироблений за добу, при підігріві води від 5 °С до 33 °С.
3. Запровадження системи з біогазовим та електричним котлом призведе до вирівнювання графіка електричної мережі та економії біогазу.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Попырин Л. С. Математическое моделирование и оптимизация теплоэнергетических установок / Л. С. Попырин. – М.: Энергия, 1978. – 416 с.
2. Ткаченко С. Й. Математичне моделювання робочих процесів в біогазовій установці / С. Й. Ткаченко, Н. В. Пішеніна // Вісник Вінницького політехнічного інституту. — 2011. — № 3. — С. 41—47.
3. Ткаченко С. И. Обобщенные методы расчета теплогидродинамических процессов и применение их для оптимизации выпарных установок: дис. доктора техн. наук / С. И. Ткаченко. — Винница. — 1987. — 440 с.
4. Ткаченко С. Й. Удосконалення експериментально-розрахункового методу / С. Й. Ткаченко, Н. В. Пішеніна, Н. В. Резидент // Збірник технічна теплофізика та промислова теплоенергетика. — 2010. — № 2. — С. 171—183.
5. Устройство биогазовой установки [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://biogas-energy.ru/apparat-biogas/>

Ткаченко Станіслав Йосипович – д. т. н., професор, завідувач кафедри теплоенергетики.

Резидент Наталія Володимирівна – к. т. н., доцент кафедри теплоенергетики, Вінницький національний технічний університет, м. Вінниця, E-mail: rezidentnv@mail.ru.

Іщенко Ксенія Олександрівна – аспірант кафедри теплоенергетики, Вінницький національний технічний університет, м. Вінниця, E-mail: doc13energee@gmail.com.

Науковий керівник **Ткаченко Станіслав Йосипович** – д. т. н., професор, завідувач кафедри теплоенергетики, Вінницький національний технічний університет, м. Вінниця, E-mail: stahit@mail.ru.

Stanislav Tkachenko – Dc. Sc., Professor, Head of the power system, Vinnytsia National Technical University. Vinnytsya, E-mail: stahit@mail.ru.

Rezident Nataliia – assistant professor of power engineering, Vinnytsia National Technical University. Vinnitsa, E-mail: rezidentnv@mail.ru.

Ishchenko Ksenia – graduate student of heating, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia National Technical University. Vinnytsya, E-mail: doc13energee@gmail.com.

ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНІ ДОСЛІДЖЕННЯ ПОКАЗНИКІВ РОБОТИ ТЕПЛОГЕНЕРАТОРА ПОТУЖНІСТЮ 1500 кВт НА СОЛОМІ

Анотація

Показано, що застосування теплогенераторів на альтернативних видах палива, зокрема соломі, є однією з найбільш актуальних задач. Проведені експериментальні дослідження показників роботи теплогенератора на соломі потужністю 1500 кВт. Проаналізовані результати досліджень. Проведено порівняння розрахункових і експериментальних даних по температурі димових газів на виході з топки. Проаналізовано можливість застосування Нормативного методу теплового розрахунку котлоагрегатів під час проектування теплогенераторів на альтернативних видах палива.

Ключові слова: солома, альтернативні види палива, котел, коефіцієнт корисної дії, теплообмін в топці.

Abstract

Shown that the application of heat generators on alternative fuels, including straw, is one of the most pressing problems. Experimental research performance of straw 1500 kW. The results of research. Comparison of the calculated and experimental data on the temperature of flue gas at the outlet of the furnace. The possibility of the statutory method of calculating heat boilers for the design of heat generators for alternative fuels.

Keywords: straw, alternative fuels, boiler efficiency, heat transfer in the furnace.

Вступ

В багатьох європейських державах важливе місце в їх паливно-енергетичному балансі займає солома. Спалювання соломи є раціональним способом отримання теплової енергії. За статистичними даними [1] Україна щорічно споживає близько 180...210 млн. т. умовного палива і належить до енергозалежних країн. Ціни на імпортовані традиційні енергоносії постійно збільшуються. Енергетичною стратегією України [2] до 2035 року планується збільшити використання біомаси для виробництва енергії до 13,1 млн. т. н.е.

В Україні існує обладнання і демонстраційні проекти по ефективному використанню соломи для теплопостачання. Але як зазначено в роботі [3], вітчизняних теплогенераторів широкого типорозмірного ряду для спалювання соломи на ринку опалювального обладнання недостатньо. Для ширшого впровадження технологій спалювання соломи необхідні науково-обґрунтовані методи проектування теплогенераторів. Аналіз вітчизняної літературної інформації показав, що експериментальні дослідження енергетичних та екологічних показників котлів для спалювання соломи практично не проводяться. В літературі [4] наводяться рекомендації по теплотехнічних випробуваннях водогрійних котлів з періодичним спалюванням цілих тюків соломи. Огляд літературної інформації показав також, що у відкритому доступі рекомендацій по проектуванню теплогенераторів на соломі немає.

Метою даної роботи є аналіз та узагальнення результатів експериментальних досліджень показників роботи теплогенератора для спалювання соломи потужністю 1500 кВт.

Основна частина

Котел для спалювання тюків соломи потужністю 1500 кВт розташований на території зернокомплексу на одному з підприємств Вінниччини. Теплогенератор призначений для

нагрівання повітря, що надходить в сушарку зернокомплексу. На рисунку 1 наведено загальний вигляд теплогенератора.



Рисунок 1 – Загальний вигляд теплогенератора для спалювання соломи

Котел має дві топки і спільний теплообмінник, що розташований над топкою. В топку одночасно завантажують 2 тюка соломи. Спочатку запалюється паливо в одній топці, коли температура повітря на виході з теплообмінника знижується, запалюють солому в другій топці. Охолодження топки водяне. Нагріта в топці вода надходить в оребрений повітрянагрівник, де нагріває повітря, що надходить в теплообмінник котла. Охолоджена в теплообміннику вода надходить в топку для охолодження її поверхні. Маса завантажуваних в топку тюків соломи $300 \text{ кг} \pm 20 \text{ кг}$. Котел обладнаний автоматикою і датчиками. Вимірюються автоматично і виводяться на дисплей пульта управління такі параметри: температура повітря на виході з теплообмінника котла; температура води на виході з сорочки охолодження топки; температура газів на вході в теплообмінник. Останній параметр вимірюється термопарами, розташованими у вихідному вікні топки. Температуру газів на виході з котла під час експерименту вимірювали за допомогою ртутного термометра з ціною поділки 5°C . Для визначення витрати повітря на горіння, у коробі, по якому надходило повітря за допомогою термоанемометра виміряно швидкість та температуру. Виміряно також поперечний переріз коробу. Теплообмінник котла виконано кожухотрубним з площею поверхні нагріву 136 м^2 . В топці котла є два ряди отворів для подачі повітря на горіння. Площа поверхні стін топки $23,3 \text{ м}^2$.

Аналіз результатів досліджень

Під час проведення експерименту фіксувались такі показники: температура повітря на виході з теплообмінника котла; температура води на вході та виході з топки; температура димових газів на виході з котла; температура димових газів на виході з топки. Витрата повітря на котел становила 36000 м³/год.

Для теплового розрахунку теплогенератора створено математичну модель, яку реалізовано в Microsoft Excel. Під час побудови математичної моделі, використано рекомендації, розроблені в [8].

Теплогенератор працює в нестационарному режимі. Для забезпечення необхідного рівня температури повітря, що надходить на сушіння, процес горіння відбувається безперервно в обох топках. При цьому в одній з топок догорає залишок соломи, в іншій – горить чергова завантажена порція палива. Завдяки такому конструктивному виконанню топки основні показники котла залишаються на стабільному температурному рівні. Температура повітря змінювалась в межах 118...131 °С. Температура води на виході з топки 87...90 °С. В разі досягнення температури води на виході з топки більше 90 °С, вентилятор подачі повітря на горіння вимикається, з метою запобігання закипання води в котлі.

За допомогою термопар виміряно температуру димових газів на виході з топки. Отримані дані порівняно з розрахунковими. Для розрахунку теплообміну в топці використано рекомендації Нормативного методу теплового розрахунку котлоагрегатів [9] зі спрощеннями та доповненнями запропонованими авторами.

На рисунку 3 наведено порівняння експериментальних і розрахункових даних температури газів на виході з топки.

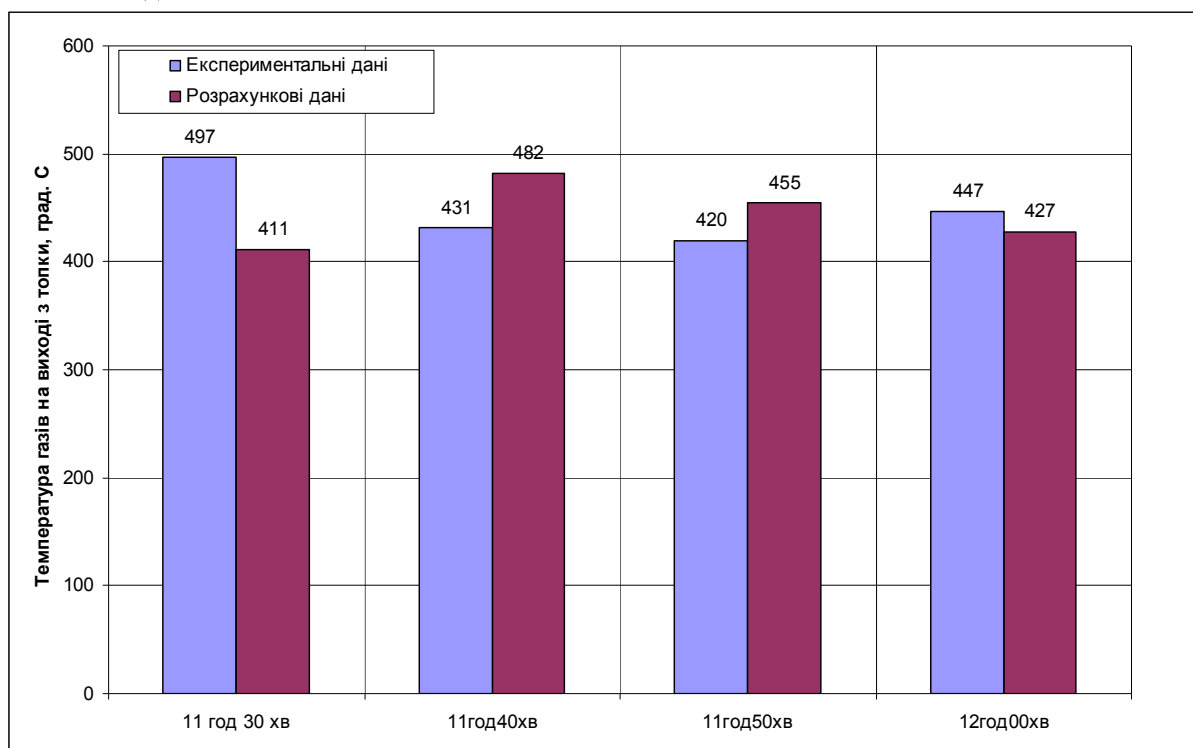


Рисунок 3 – Порівняння експериментальних і розрахункових значень температур димових газів на виході з топки

Як видно з рисунку 3, розходження між експериментальними і розрахунковими значеннями становить -11,9%...17,34%. Такі розбіжності, на нашу думку, пов'язані з недостатністю початкових даних для розрахунку (складу палива), а також нормативної документації для теплового розрахунку теплогенераторів на альтернативних видах палива. На даному етапі досліджень для інженерних розрахунків пропонується користуватись НМ, але з адаптацією до особливостей конструкцій котлів.

ВИСНОВКИ

Показано, що застосування теплогенераторів на альтернативних видах палива, зокрема соломі, є однією з найбільш актуальних задач. Проведено експериментальні дослідження показників роботи теплогенератора потужністю 1500 кВт для спалювання тюків соломи. Проведено порівняння розрахункових і експериментальних даних по температурі димових газів на виході з топки. Розходження між експериментальними і розрахунковими значеннями становить - 11,9%...17,34%. Такі розбіжності пов'язані з недостатністю початкових даних для розрахунку (складу палива), а також нормативної документації для теплового розрахунку теплогенераторів на альтернативних видах палива. Проаналізовано можливість застосування Нормативного методу до розрахунку теплообміну в топці теплогенераторів на альтернативних видах палива.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Баштовой А. И. Использование соломы для производства тепловой энергии в отопительных котельных Донецкой области/ А. И. Баштовой, Н. М. Жовмир, С. В. Радченко, С. М. Чаплыгин// Промышленная теплотехника. – 2008. – №3. – С.54 – 59.
2. Енергетична стратегія України до 2030 року [Електронний ресурс]. Режим доступу: http://www.niss.gov.ua/public/File/2014_nauk_an_rozrobku/Energy%20Strategy%202035.pdf
3. Боднар Л. А. Технічні та екологічні показники водогрійних котлів потужністю до 1 МВт для спалювання соломи /Л. А. Боднар, О. В. Дахновська, Р. Е Бойчук// Науково-технічний збірник "Сучасні технології матеріали і конструкції в будівництві". – 2015. – №2 – С. 115 – 120.
4. Гелетуха Г. Г. Особливості теплотехнічних випробувань водогрійних котлів з періодичним спалюванням цілих тюків соломи / Г. Г. Гелетуха// Промышленная теплотехника. – 2010. – №6. – С. 45-50.
5. Звіт про дослідження якості соломи як твердого біопалива. Інститут місцевого розвитку. – 2014. – 13 с [Електронний ресурс]. Режим доступу: <http://myrgorod.pl.ua/files/images/Madem/7.pdf>.
6. Rene M. Corn Stover and Wheat Straw Combustion in a 176 kW boiler adapted for round bales/ Rene Morissette, Philippe Savoie, Joey Villeneuve// Energies. – 2013. – р. 5760 – 5774 [Електронний ресурс] Режим доступу: www.mdpi.com/journal/energies.
7. Repić B. Development of a boiler for small straw bales combustoin/Branislav S. Repić, Dragoljub V. Dakić, Aleksandar M. Erić, Dejan M. Đurović, Stevan D. J. Nemoda//[Електронний ресурс]. Режим доступу: <http://www.intechopen.com/books/sustainable-energy-recent-studies/development-of-the-technology-for-combined-heat-and-power-generation-utilizing-local-biomass>
8. Степанов Д. В. Енергетична та екологічна ефективність водогрійних котлів малої потужності. Монографія / Д. В. Степанов, Л. А. Боднар. – Вінниця: ВНТУ, 2011 – 151
9. Тепловой расчет котлоагрегатов (нормативный метод). Санкт-Петербург: НПО ЦКТИ, 1998.

Боднар Лілія Анатоліївна, кандидат технічних наук, доцент, доцент кафедри теплоенергетики Вінницького національного технічного університету, тел.598339, Bodnar06@ukr.net.

Степанов Дмитро Вікторович, кандидат технічних наук, доцент, доцент кафедри теплоенергетики Вінницького національного технічного університету, тел.598339, StepanovDV@mail.ru

Сливко Роман Володимирович, інженер теплоенергетик.

Bodnar L. A., Cand. Sc. (Eng), Assistant Professor of power engineering, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia, e-mail: Bodnar06@ukr.net.

Stepanov D. V., Cand. Sc. (Eng), Assistant Professor of power engineering, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia, e-mail: StepanovDV@mail.ru.

Slivko R. V., thermal power engineer.

ФАКТОРИ, ЩО ВПЛИВАЮТЬ НА ЗБЕРЕЖЕННЯ ЯКІСНИХ ХАРАКТЕРИСТИК ПРОДУКТА ПРИ СУШІННІ В РОЗПИЛЮВАЛЬНИХ СУШАРКАХ

Вінницький національний технічний університет

Анотація

Представлені основні фактори, що впливають на збереження якісних характеристик продукту при сушінні в розпилювальних сушарках.

Ключові слова: розпилювальні сушарки, якісні характеристики.

Abstract

The basic factors that affect the preservation of quality characteristics of the product drying in a spray dryer.

Keyword: spray drying, quality characteristics.

Вступ

В даний час сухі молочні продукти в промисловості виробляють у широкому асортименті. Найбільшу питому вагу становлять різні види сухого цільного молока і молока знежиреного, той же час освоюються нові види сухих молочних продуктів: швидкорозчинне незбиране молоко і його різновиди, сухі суміші для різних видів морозива, сухі суміші для кисломолочних напоїв, сухі молочні суміші для дитячого харчування. З метою отримання сухого молока, що відповідає вимогам чинного стандарту, потрібно виконувати по трьом послідовним процесам [1].

Сушіння розпиленням складається з трьох послідовних процесів: розпилення молока у рідинному стані, сушіння розпиленого матеріалу, видалення сухого матеріалу з повітря. Завдяки високій дисперсності часточок, що досягається розпиленням (діаметр часточок становить до 50 мкм), швидко збільшується питома поверхня матеріалу. Зменшення розміру часточок зводить до мінімуму вплив внутрішньої дифузії на швидкість сушіння, що особливо важливо для запобігання денатурації білкових речовин молока, сироватки (невеликі розміри часточок практично унеможливають затримувальний вплив термовологопровідності).

Сушіння розпиленням триває протягом кількох секунд. Це дає змогу організовувати безперервний процес сушіння і повністю механізувати і автоматизувати роботу сушильних установок.

Визначення основних факторів, які впливають на якість продукту, дозволяє виробляти продукти високої якості [2].

Метою даної роботи є дослідження факторів, що впливають на збереження якісних характеристик продукту при сушінні.

Актуальність роботи полягає у можливості вдосконалювати розпилювальні сушарки на основі факторів, які найбільше впливають на якість готової продукції і на енергоефективність процесів взагалі.

Основна частина

Унаслідок розпилення молока (сироватки) утворюється тонка полідисперсна система, що складається з часточок різного діаметра та повітряного сушильного агента. Серед цих часточок більшість становлять часточки з домінуючим розміром. Незалежно від способу і ступеня розпилення часточки відрізняються тільки розмірами, вони досить однорідні за формою і складом.

Для сушіння має значення не тільки сам ступінь дисперсності, а й ступінь однорідності часточок: чим менше часточки відрізняються за розмірами, тим краще відбувається сушіння. Ефект розпилення оцінюють за ступенем дисперсності й однорідності часточок. У технологічній практиці для спрощення визначення параметрів сушіння утворення розпилення розглядають як моно- дисперсну систему з часточками однакового розміру [3].

Середній розмір часточок, що утворюються при розпиленні, становить 20 - 50 мкм.

У молочній промисловості застосовують два способи розпилення: форсунковий і відцентровий.

Форсункове розпилення досягається в результаті витікання рідини з форсунки з великою швидкістю під дією високого тиску ($5 - 20 \cdot 10^5$ Па).

При турбулентному проходженні струменя після виходу з форсунки часточки молока зазнають дії радіальної швидкості, утримуючи до визначеного моменту форму завдяки поверхневому натягу. Така статично нестійка форма струменя руйнується в найтонших ділянках з утворенням краплин.

Розпад на краплини залежить переважно від турбулентності струменя, яка зростає внаслідок виходу струменя з форсунки під час обертання.

У цьому разі рідина опиняється під дією осьової швидкості і швидкості закручування. Швидкість закручування істотно впливає на ступінь дисперсності. Тому гідравлічні форсунки конструюють з урахуванням необхідності надання струменю обертового руху.

Під час виходу з такої форсунки спочатку утворюється плівка, що розпадається на краплини. Якщо швидкість руху рідини досить велика, то розпилення відбувається безпосередньо на виході струменя. За великих швидкостей витікання краплини, що утворюються, розпадаються завдяки дії тиску, тертя рідини і повітря. Це пояснюється тим, що сили тертя, які виникають, перевищуватимуть сили поверхневого натягу.

Ступінь дисперсності та рівномірність розпилення при гідравлічному розпиленні залежать від швидкості витікання й фізичних властивостей рідини і середовища (поверхні натягу, густини, в'язкості). В'язкість менше, ніж поверхневий натяг, впливає на процес. Однак при розпиленні в'язких рідин її вплив більш вагомий, оскільки з віддаленням краплин від форсунки сили диспергування послаблюються, а в'язкість зневодненого матеріалу зростає.

При гідравлічному розпиленні сухий продукт отримують, як правило, у вигляді часточок, форма яких наближається до сферичної.

Гідравлічні форсунки компактні й прості за конструкцією. При гідравлічному розпиленні можна отримати факел потрібної конфігурації з незначними змінами конструкції. Гідравлічні форсунки мають продуктивність 100 - 150 л/год. У сушарках великої продуктивності їх влаштовують по кілька штук: у пристроях з нерухомими форсунками по 2 - 3, у пристроях обертового типу - 4, 6 і 8.

Проте внаслідок невеликої площі вихідного отвору (діаметр 1,0 - 1,4 мм) гідравлічні форсунки не придатні для розпилення в'язких і забруднених (засмічених) рідин. Регулювати продуктивність форсунок неможливо, оскільки у разі зміни швидкості струменя змінюється і дисперсність. Вихідні отвори форсунок швидко спрацьовуються у результаті шліфувальної дії струменя.

Відцентрове розпилення відбувається в диску, що обертається з внутрішнім радіальним розміщенням каналів, за якого діють досить великі відцентрові сили при течії рідини з каналів до периферії. Це зумовлює розпилення крові на дрібні краплини за рахунок турбулентності потоку і сил тиску, що виникають у результаті тертя об повітря.

Розпад під дією турбулентності призводить до утворення краплин, розмір яких обернено пропорційний квадратному кореню з відцентрової сили або першому ступеню частоти обертання. Розпад у результаті тертя може супроводжуватися виникненням ниткоподібної структури висушеного матеріалу, якщо процес розпилення і сушіння в'язкого розчину відбувається інтенсивно. Розмір краплин при цьому обернено пропорційний квадрату частоти обертання.

Рівномірніше розпилення струменя утворюється при застосуванні першого механізму.

Рівномірність розпилення залежить також від продуктивності, що впливає на товщину плівки, яка утворюється на периферії диска. Для досягнення однорідного розпилення потрібно зменшити вібрацію диска і рівномірно подавати рідину в його середину.

На ефективність сушіння розпиленням крім перелічених факторів впливають концентрація і температура розчину, що подається в сушарку, температура повітря на вході і виході з сушарки.

Витрата теплоти і коефіцієнт використання об'єму сушарки значною мірою залежать від початкової концентрації розчину. Тому на практиці висушують попередньо сконцентровану (упарену) рідину.

При сушінні молока, крові, плазми і сироватки рекомендується попереднє упарювання до вмісту вологи близько 50 %. Це дає змогу провести сушіння в помірних теплових режимах і збільшити економічність процесу.

У двоступеневих сушарках, призначених для сушіння медпрепаратів у стерильних умовах, зневоднення відбувається за два етапи:

♦ випаровування розчину від початкової вологи до 250 - 300 % (1 кг вологи на 1 кг абсолютно сухих речовин);

♦ сушіння розчину від 250 - 300 % до потрібної вологості.

Таким чином поліпшується їх розпилення і збільшується об'єм сухого продукту.

Попереднє підігрівання підвищує економічність сушіння, хоча підвищення температури рідини при сушінні крові обмежується через можливу теплову коагуляцію.

Повітря температурою 15 - 25 °С перед використанням стерилізується при 200 °С і надходить у камеру випаровування. На вході в сушильну камеру воно має температуру 165 - 170 °С, а відпрацьоване - 102 - 106 °С. Через «сухий» циклон відпрацьоване повітря надходить у камеру випаровування і змішується зі свіжим підігрітим повітрям.

Температура повітря, що подається в сушарку, впливає переважно на економічність сушіння: чим вона вища, тим менша витрата теплоти і більший коефіцієнт використання об'єму сушарки. Верхня межа температури визначається вибухонебезпечністю і чутливістю матеріалу до нагрівання.

Для матеріалів, що містять білок, верхня межа температури за вибухонебезпечністю становить 175 - 180 °С. При сушінні очищеним топковим або інертними газами (азот, вуглекислота) вона не має значення [4].

Застосування інертних газів запобігає окисненню білкових речовин матеріалу під впливом кисню повітря.

На виході із сушарки температура повітря впливає насамперед на хід сушіння. Чим вища кінцева температура повітря, тим вища інтенсивність сушіння і коефіцієнт використання об'єму сушарки, а також більша витрата теплоти. Тому висока температура допускається лише у разі використання теплоти, призначеної для попереднього підігрівання розчину у «мокрому скрубєрі». Кінцева температура повітря також впливає на продукт, тому вона має бути регламентована властивостями висушеного матеріалу. Для таких продуктів, як молоко, кров, яйце, желатин, беруть температуру 65 - 75 °С, а для клею вона може бути вищою. Встановлена для певних умов сушіння температура є показником, за яким регулюється процес сушіння. З підвищенням температури повітря на виході подавання матеріалу збільшують, а зі зниженням - зменшують.

Висновки

Для сушіння має значення не тільки сам ступінь дисперсності, а й ступінь однорідності часточок: чим менше часточки відрізняються за розмірами, тим краще відбувається сушіння. Ефект розпилення оцінюють за ступенем дисперсності й однорідності часточок.

Застосування інертних газів запобігає окисненню білкових речовин матеріалу під впливом кисню повітря.

На виході із сушарки температура повітря впливає насамперед на хід сушіння. Чим вища кінцева температура повітря, тим вища інтенсивність сушіння і коефіцієнт використання об'єму сушарки, а також більша витрата теплоти. Тому висока температура допускається лише у разі використання теплоти, призначеної для попереднього підігрівання розчину у «мокрому скрубєрі».

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Співак О. Ю. Сушильні процеси та установки. Приклади та задачі. Навчальний посібник / О. Ю. Співак – Вінниця: ВНТУ, 2014 – 116 с.
2. Гиргидов А. Д. Механика жидкости и газа (гидравлика) / А. Д. Гиргидов. – СПб.: СПбГПУ, 2002. – 544 с.
3. Оспищев С. Н. Очистка воздуха в системах общеобменной вентиляции: Материалы 3-й международной научно-практической конференции "Экономика, экология и общество России в 21-м столетии" / С. Н. Оспищев, К. И. Стрелец // СПб. : СПбГТУ. – 2001. – С. 1018–1020.
4. Кислов Н. В. Рекомендации по проектированию и расчету пылеуловителей типа циклон для предприятий стройиндустрии / Н. В. Кислов, В. Д. Сизов, В. Н. Короткий, А. П. Пашков // Минск, : УП «Технопринт». – 2001. – 40 с.

Кривоніс Людмила Едуардівна – студентка факультету БТЕГП, гр. ТЕ-16мі.

Співак Олександр Юрійович – к. т. н., доцент кафедри теплоенергетики. Вінницький національний технічний університет, м. Вінниця, E-mail: spivak000@gmail.com.

Kryvonis Ludmila – student of BTEGP, gr. TE-16 mi.

Olexandr Y. Spivak – Cand. Sc. (Eng), Assistant Professor of Department of Thermal Power Engineering, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia, email: spivak000@gmail.com.

ОСОБЛИВОСТІ СУШІННЯ ОЛІЙНИХ КУЛЬТУР В СУЧАСНИХ ШАХТНИХ СУШАРКАХ

Вінницький національний технічний університет

Анотація. Виконано аналіз поетапного сушіння насіння соняшнику, притримуючись стандартів сушки, для отримання найкращого результату. Розглянуто особливості сушіння в шахтних сушарках, а також їхнє вдосконалення. Досліджено рівень критичної вологості для запобігання саморозігрівання насіння соняшника.

Ключові слова: соняшник, шахтні сушарки, технологічні процеси, критична вологість, теплоносій, економічність процесу, інтенсивність висушування.

Abstract. The article deals with the analysis of sunflower seeds drying process based on the drying standards of getting the best results stages. The peculiarities of the drying process in the mine dryers and their improvement are dealt with. The critical moisture level for the prevention of the sunflower seeds self-heating process is covered in the article.

Keywords: sunflower, mine dryers, technological processes, critical moisture, means, efficiency of the process, drying dynamics.

Процес сушіння використовується в багатьох технологічних процесах промисловості. Об'єктами сушіння можуть бути різноманітні матеріали на різних стадіях їх переробки (сировина, напівфабрикати, готові вироби) [1].

В Україні з олійних культур вирощують соняшник, льон-кудряш, озимий і ярий ріпак, гірчицю, ріжій, рицину і мак олійний, арахіс тощо [2].

Насіння олійних культур завдяки щільній оболонці витримує високі температури при нагріванні. Для його сушіння використовують шахтні сушарки, застосовуючи приблизно такі самі режими, як і для зернових. Насіння з високою вологістю сушать за кілька пропусків з проміжним (6-7 год.) відлежуванням, під час якого підсохла оболонка поглинає вологу ядра, а при черговому пропуску легко видаляється, оскільки високі температури призводять до розтріскування оболонок.

Насіння соняшника має високу пористість (60 – 80 %), це призводить до пов'язано з малого опору, який воно чинить під час вентиляції чи сушіння. Тому соняшник сохне швидше, ніж інші сільськогосподарські культури.

Для запобігання саморозігріванню насіння соняшника слід сушити до критичної вологості

$$B_k = \frac{B_r \setminus 100 - O_f}{100}, \quad (1)$$

де B_r – вологість гідрофільної частини насіння;

O_f – фактична олійність насіння, %.

Якщо критична вологість гідрофільної частини насіння (білка й крохмалю) 15 %, а олійність 55 %, то критична вологість насіння соняшнику становить 6,75 %.

Насінні оболонки насіння соняшнику високогігроскопічні, маса їх становить понад 10 % маси насінини. Цю властивість його використовують при визначенні раціональних способів сушіння – чергування сушіння, охолодження та відволожування.

Рівноважна вологість компонентів насінини неоднакова – більша в оболонки і менша в ядра.

У практиці обробки та зберігання насіння соняшнику вважається сухим, якщо вологість його становить до 7 %, середньої сухості 7 – 8 %, вологим 8 – 9 %, сирим – понад 9 %,.

Кращою для сушіння насіння соняшнику є швидка подача повітря з високою температурою, ніж тривала з низькою. Щоб випарувати 1 кг води, треба затратити близько 2,7 МДж теплоти, а для випаровування такої самої кількості води в насінні соняшнику – понад 6 МДж у шахтних сушарках. Сушіння треба проводити швидко з мінімальними затратами теплоти та електроенергії.

На випаровування вологи впливають переважно два фактори – волого- і термовологопровідність. При випаровуванні вологи поверхневі шари насіння підсушуються, тобто створюється градієнт вмісту вологи, коли всередині його вологи більше, ніж на поверхні. Це призводить до переміщення вологи до поверхневих шарів насіння, і сушіння відбувається тим інтенсивніше, чим вища температура нагрівання [2].

У вертикальній шахті під дією сили тяжіння сипучий матеріал, що висушується, падає і пронизується сушильним агентом, котрий рухається назустріч йому. Сушарки можуть розрізнятися за характером руху матеріалу всередині шахти.

Можливі такі варіанти:

- матеріал рухається всередині шахти зі швидкістю вільного падіння;
- вільне падіння матеріалу штучно сповільнюється шляхом установа полиць різної форми;
- матеріал рухається в шахті суцільною масою і швидкість його руху визначається періодичним чи неперервним відбором висушеного матеріалу в нижній частині шахти; шахта завжди заповнена матеріалом, що сушиться;
- швидкість руху матеріалу в шахті визначається швидкістю транспортних механізмів, розташованих всередині шахти.

Шахтні сушарки раціонально застосовувати для матеріалів, що за технологією виробничого процесу необхідно піднімати на значну висоту (10–20 м) [1].

До 90 % маси насіння соняшнику сушать у шахтних сушарках, хоч при цьому спостерігається нерівномірність нагрівання (до 20 °C) насіння, а при підвищеній його засміченості можливе загоряння. Крім того, при завантаженні в шахту неочищеного заряду відбувається самосортування насіння, за якого легші компоненти розміщуються біля стінок сушарки і зменшується швидкість руху матеріалу в пристінній зоні. Тому шахтні сушарки вдосконалили: короби замінили напівкоробами, в результаті відстань від бокової стінки до коробів збільшилася з 4 – 6 до 10 – 11,5 см. Завантажувальний пристрій для уникнення самосортування модернізують: замість одного струменя насіння сиплеться 4 – 6 струменями [3].

В наш час для сушіння насіння соняшнику вологістю до 15 % ефективною є висока температура нагрівання насіння (75 °C), при якому подають теплоносії з температурою 160 – 180 °C в обидві зони сушильної камери. За вологості насіння понад 15 % температура нагрівання його становить 65 – 70 °C, а температура теплоносія в першій і другій зонах сушильної камери – відповідно 160 і 140 °C. Щоб інтенсифікувати процеси сушіння насіння соняшнику, встановлюють додатковий бункер, що дає змогу попередньо нагрівати насіння за допомогою різних підігрівачів, в яких воно перебуває 10 – 12 секунд. Поєднання попереднього підігрівання насіння з рециркуляційним сушінням забезпечує більшу економічність цього процесу. Режими попереднього підігрівання насіння такі: вологістю до 14 % – температура повітря 140 °C; вологістю понад 14 % – 180 – 140 °C. За один пропуск можна знизити вологість насіння більш як на 10 %. Витрата теплоносія на одну погонну тону насіння соняшнику становить 2163 м³/год. Такий спосіб сушіння насіння соняшнику найефективніший (інтенсивність висушування набагато вища, ніж зернових) [4].

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Ткаченко С. Й. Сушильні процеси та установки / С. Й. Ткаченко, О. Ю. Співак – Вінниця, : ВНТУ. 2008. – 98с.
2. referat.com/ Ринок_олійних_культур [Електронний ресурс] – Режим доступу: <http://ua-referat.com/>. – Назва з екрану.
3. buklib.net/ Електронна бібліотека [Електронний ресурс] – Режим доступу: <http://buklib.net/books/23048/> – Назва з екрану.
4. Fermer.in.ua/ Продажа бытовых и промышленных сушилок в Украине [Електронний ресурс] – Режим доступу: <http://sushim.org.ua/>. – Назва з екрану.

Фіник Ірина Валеріївна – студентка факультету БТЕГП, група ТЕ-14б, e-mail: Finyk_Ira@i.ua.

Iryna V. Finyk – student of BTEGP.

Науковий керівник : Співак Олександр Юрійович – к. т. н., доцент кафедри теплоенергетики. Вінницький національний технічний університет, м. Вінниця.

Scientific supervisor : Olexandr Y. Spivak – Cand. Sc. (Eng), Assistant Professor of Department of Thermal Power Engineering, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia.

ПОКАЗНИКИ ЕНЕРГОЕКОНОМІЧНОЇ ЕФЕКТИВНОСТІ СИСТЕМ ЕНЕРГОЗАБЕЗПЕЧЕННЯ НА ОСНОВІ КОМБІНОВАНИХ КОГЕНЕРАЦІЙНО-ТЕПЛОНАСОСНИХ УСТАНОВОК ТА ПІКОВИХ ДЖЕРЕЛ ТЕПЛОТИ

Вінницький національний технічний університет

Анотація

Обґрунтовано показники з оцінки енергоекономічної ефективності систем енергозабезпечення (СЕ) на основі комбінованих когенераційно-теплонасосних установок (КТНУ) та пікових джерел теплоти (ПДТ), з метою визначення енергоефективних та економічно обґрунтованих режимів роботи СЕ на основі комбінованих КТНУ та ПДТ з урахуванням комплексного впливу змінних режимів роботи, джерел приводної енергії для парокompресійних теплонасосних установок (ТНУ), з урахуванням втрат енергії при генеруванні, постачанні і перетворенні електричної енергії.

Ключові слова: енергоекономічна ефективність, система енергозабезпечення, когенераційно-теплонасосна установка, пікове джерело теплоти, безрозмірний критерій енергоекономічної ефективності.

Abstract

The indexes of energy economic efficiency evaluation of energy supply systems (ESS), based on combined cogeneration heat pump installations (CHPI) and peak sources of heat (PSH) are substantiated, that aimed to the determination of energy effective and economic reasonable operation modes of ESS, based on the combined CHPI and PSH with taking into consideration complex impact of variable operation modes, sources of drive energy of steam compressor installations (HPI), taking into account energy losses in the process of generation, supply and conversion of electric energy.

Key words: energy economic efficiency, energy supply system, cogeneration heat pump installation, peak source of heat, dimensionless criterion of energy economic efficiency.

Вступ

Енергетична ефективність СЕ на основі комбінованих КТНУ та ПДТ досліджена у низці публікацій [1 – 3]. Застосування зазначених СЕ забезпечить скорочення споживання природного або альтернативного газу на 30 – 45 % у порівнянні з котельними установками еквівалентної потужності, а також дозволить одержати більш дешеву за собівартістю електроенергію у порівнянні з мережевою (на 30 – 40 %). Когенераційний привод компресорів ТНУ може бути забезпечений на основі газових двигунів-генераторів, що випускаються українськими підприємствами: «Первомайськдизельмаш» та ДП «Завод ім. В. О. Малишева».

Досліджувані СЕ на основі комбінованих КТНУ та ПДТ можуть повністю або частково забезпечувати власні потреби в електричній енергії та забезпечувати потреби опалення та гарячого водопостачання споживачів [1 – 3].

Метою дослідження є обґрунтування показників з оцінки енергоекономічної ефективності систем енергозабезпечення на основі комбінованих когенераційно-теплонасосних установок та пікових джерел теплоти, з метою визначення енергоефективних та економічно обґрунтованих режимів роботи СЕ на основі комбінованих КТНУ та ПДТ з урахуванням комплексного впливу змінних режимів роботи, джерел приводної енергії для парокompресійних теплонасосних установок, з урахуванням втрат енергії при генеруванні, постачанні і перетворенні електричної енергії.

Результати дослідження

Оптимальний розподіл навантаження в СЕ між КТНУ та ПДТ (наприклад, водогрійним паливним котлом, електрокотлом, сонячними колекторами тощо), згідно з [2 – 3], в значній мірі визначає енергетичну ефективність зазначених СЕ. Такий розподіл характеризується часткою навантаження КТНУ у складі СЕ β , яка визначається як відношення теплової потужності КТНУ до теплової потужності СЕ. Значення теплової потужності КТНУ визначається з урахуванням потужності утилізаційного обладнання когенераційного приводу. Схеми СЕ на основі комбінованих КТНУ та ПДТ наведені в роботі [4].

В роботі [2] запропоновано здійснювати комплексну оцінку енергоефективності СЕ з КТНУ та ПДТ за комплексним безрозмірним критерієм енергоефективності:

$$K_{ESS}^{en} = (1 - \beta) \cdot K_{PSH} + \beta \cdot K_{CHPI}, \quad (1)$$

де K_{PSH} – безрозмірний критерій енергоефективності пікового джерела теплоти у складі СЕ (водогрійного паливного котла, електрокотла, сонячних колекторів тощо) з дослідження [2], K_{CHPI} – безрозмірний критерій енергоефективності комбінованих КТНУ у складі СЕ з досліджень [1 – 2, 5], який одержаний на основі рівняння енергетичного балансу для системи «Джерело приводної енергії ТНУ – ТНУ – споживач теплоти від ТНУ» з урахуванням впливу джерел приводної енергії парокompресійних ТНУ та з урахуванням втрат енергії при генеруванні, постачанні і перетворенні електричної енергії до ТНУ. З урахуванням такого підходу, безрозмірний критерій енергетичної ефективності комбінованих КТНУ, згідно з [1, 5] має вид:

$$K_{CHPI} = Q_{CHPI} / Q_h = \eta_{EGPE} \cdot \eta_{ED} \cdot \varphi^{CHPI} \cdot \eta_{hf}, \quad (2)$$

де Q_{CHPI} – теплова потужність КТНУ з урахуванням потужності утилізаційного обладнання когенераційного приводу; Q_h – потужність, витрачена газопоршневим двигуном-генератором для вироблення електричної енергії для привода ТНУ; η_{EGPE} – ефективний ККД газопоршневого двигуна; η_{ED} – ККД електричного двигуна з урахуванням втрат енергії в блоці управління двигуном з [5]; φ^{CHPI} – дійсний коефіцієнт перетворення КТНУ з дослідження [1], який визначається як: $\varphi^{CHPI} = (\varphi_t + K_{GPE}^h) \cdot \eta_{HP}$, де φ_t – теоретичне значення коефіцієнта перетворення ТНУ без урахування потужності утилізаційного обладнання ГПД, K_{GPE}^h – тепловий коефіцієнт ГПД, який дорівнює відношенню теплової утилізаційної потужності ГПД до його електричної потужності, η_{HP} – енергетичний ККД ТНУ, який враховує всі втрати енергії в тепловому насосі з [5 – 6].

Безрозмірний критерій енергоефективності пікового джерела теплоти – електрокотла – у складі СЕ K_{PSH} , згідно з [2], одержаний на основі рівняння енергетичного балансу для систем «Джерело електричної енергії – електричний котел – споживач теплоти від СЕ» з урахуванням впливу джерел енергії для пікового електрокотла та з урахуванням втрат енергії при генеруванні та постачанні електричної енергії до електрокотла. В дослідженні [2] здійснена оцінка енергоефективності пікового електрокотла в СЕ у разі використання електроенергії від КТНУ та для випадків споживання електричної енергії з енергосистеми на основі традиційних або альтернативних джерел електричної енергії на базі парогазових установок, газотурбінних установок, сонячних електростанцій термодинамічного циклу, вітроенергетичних електростанцій.

Безрозмірний критерій енергоефективності пікового джерела теплоти – водогрійного паливного котла – у складі СЕ K_{PSH} , згідно з [2], одержаний на основі рівняння енергетичного балансу для систем «Джерело електричної енергії та палива – паливний котел – споживач теплоти від СЕ» з урахуванням впливу джерел енергії для пікового паливного котла та з урахуванням втрат енергії при генеруванні та постачанні електричної енергії до котла (котельної). В цьому випадку споживання електричної енергії піковим джерелом теплоти в СЕ – паливним котлом – безпосередньо не пов'язано з процесом генерування теплоти в котлі, а частка споживання електричної енергії на власні потреби є незначною, тому суттєво не впливає на значення показника K_{PSH} .

В дослідженні [2] зазначено, що для випадків використання альтернативних пікових джерел теплоти в СЕ (наприклад, сонячних колекторів для СЕ невеликої потужності) значення безрозмірного критерію енергетичної ефективності пікового джерела теплоти для СЕ K_{PSH} дорівнюватиме ККД альтернативного пікового джерела теплоти η_{APSH} , або ККД додаткової системи з альтернативним піковим джерелом теплоти η_{APSH}^s .

В роботах [2 – 3] зазначено, що комплексний безрозмірний критерій енергоефективності СЕ K_{ESS}^{en} з формули (1) може бути використаний для вибору найбільш ефективного пікового джерела теплоти для певного виду СЕ та ефективних режимів роботи СЕ. За умови $K_{ESS}^{en} > 1$ забезпечуються енергоефективні режими роботи СЕ.

Економічна ефективність від впровадження СЕ визначається як різниця експлуатаційних витрат заміщуваного джерела теплової енергії (котельні) та СЕ. До експлуатаційних витрат при роботі котельні або СЕ відносяться: витрати на паливо, електроенергію, воду, амортизацію обладнання та поточний ремонт, заробітну плату та інші витрати. Найбільш вагомою складовою в структурі експлуатаційних витрат та собівартості теплової енергії котельних та СЕ на основі КТНУ та ПДТ є витрати на паливо. Також значний вплив на енергетичну і, як наслідок, економічну ефективність СЕ чинять режими роботи СЕ та температурний рівень обраного джерела низькотемпературної теплоти для КТНУ.

Відносна економічна ефективність (у частках) для СЕ на основі КТНУ та ПДТ для i -го режиму роботи СЕ може бути визначена наступним чином:

$$\Delta E_i^{ESS} = \frac{(E_{SH})_i - (E_{ESS})_i}{(E_{SH})_i}, \quad (3)$$

де $(E_{SH})_i$ – експлуатаційні витрати для i -го режиму роботи заміщуваного джерела теплової енергії (котельної), $(E_{ESS})_i$ – експлуатаційні витрати для i -го режиму роботи СЕ.

Економічно ефективні режими роботи СЕ будуть забезпечені за умови $\Delta E_i^{ESS} > 0$.

Комплексну оцінку енергоекономічної ефективності СЕ на основі КТНУ та ПДТ ми пропонуємо здійснювати за комплексним узагальненим безрозмірним критерієм енергоекономічної ефективності СЕ з КТНУ та ПДТ, що одержаний на основі критеріїв ефективності з формул (1) – (3):

$$K_{ESS}^{en,econ} = K_{ESS}^{en} + \Delta E_i^{ESS} = (1 - \beta) \cdot K_{PSH} + \beta \cdot K_{CHPI} + \Delta E_i^{ESS}. \quad (4)$$

Енергоефективні та економічно обґрунтовані режими роботи СЕ на основі комбінованих КТНУ та ПДТ будуть забезпечуватись за умови $K_{ESS}^{en,econ} > 1$. Чим більшим буде значення показника $K_{ESS}^{en,econ}$, тим більш енергоефективною, економічно ефективною та конкурентоздатною буде СЕ на основі КТНУ та ПДТ.

Висновки

Запропонований підхід з оцінювання енергоекономічної ефективності СЕ на основі КТНУ та ПДТ за комплексним узагальненим безрозмірним критерієм енергоекономічної ефективності має низку переваг:

- враховує енергетичну ефективність змінних режимів роботи СЕ зі зміною розподілу навантаження між парокомпресійними КТНУ та ПДТ в СЕ;
- дозволяє оцінювати комплексний вплив змінних режимів роботи СЕ, пікових джерел теплоти СЕ, джерел приводної енергії парокомпресійних КТНУ з урахуванням втрат енергії при генеруванні, постачанні і перетворенні електричної енергії в КТНУ та СЕ;
- дозволяє комплексно оцінювати енергоекономічну ефективність значної кількості варіантів СЕ з КТНУ та ПДТ;
- запропоновані показники енергетичної, економічної та енергоекономічної ефективності можуть бути використані для оцінювання енергоекономічної ефективності СЕ на основі ПДТ та КТНУ з різними холодоагентами, джерелами низькотемпературної теплоти та схемними рішеннями ТНУ.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Остапенко О. П. Енергетична ефективність систем енергозабезпечення на основі комбінованих когенераційно-теплонасосних установок [Електронний ресурс] / О. П. Остапенко, В. В. Лещенко, Р. О. Тіхоненко // Наукові праці ВНТУ. – 2015. – № 4. – Режим доступу до журн.: <http://praci.vntu.edu.ua/index.php/praci/article/view/454/452>.
2. Остапенко О. П. Енергетична ефективність систем енергозабезпечення на основі комбінованих когенераційно-теплонасосних установок та пікових джерел теплоти [Електронний ресурс] / О. П. Остапенко // Наукові праці ВНТУ. – 2016. – № 1. – Режим доступу до журн.: <http://praci.vntu.edu.ua/index.php/praci/article/view/462/460>.
3. Остапенко О. П. Енергоефективність систем енергозабезпечення з когенераційно-теплонасосними установками та піковими джерелами теплоти в системах теплопостачання [Електронний ресурс] / О. П. Остапенко // Наукові праці ВНТУ. – 2016. – № 2. – Режим доступу до журн.: <http://praci.vntu.edu.ua/index.php/praci/article/view/472/470>.
4. Остапенко О. П. Холодильна техніка та технологія. Теплові насоси : навчальний посібник / О. П. Остапенко. – Вінниця : ВНТУ, 2015. – 123 с.
5. Остапенко О. П. Енергетична ефективність парокомпресійних теплових насосів з електричним та когенераційним приводами [Електронний ресурс] / О. П. Остапенко, В. В. Лещенко, Р. О. Тіхоненко // Наукові праці ВНТУ. – 2014. – № 4. – Режим доступу до журн.: <http://praci.vntu.edu.ua/index.php/praci/article/view/421/419>.
6. Остапенко О. П. Енергетичні переваги застосування парокомпресійних теплових насосів з електричним та когенераційним приводами [Електронний ресурс] / О. П. Остапенко, В. В. Лещенко, Р. О. Тіхоненко // Наукові праці ВНТУ. – 2015. – № 1. – Режим доступу до журн.: <http://praci.vntu.edu.ua/index.php/praci/article/view/437/435>.

Ольга Павлівна Остапенко — канд. техн. наук, доцент, доцент кафедри теплоенергетики, Вінницький національний технічний університет, м. Вінниця, e-mail: ostapenko1208@gmail.com

Віктор Миколайович Портнов — студент групи ТЕ-146, факультет будівництва, теплоенергетики та газопостачання, Вінницький національний технічний університет, м. Вінниця

Андрій Дмитрович Волошин — студент групи ТЕ-166мс, факультет будівництва, теплоенергетики та газопостачання, Вінницький національний технічний університет, м. Вінниця

Olga P. Ostapenko – Cand. Sc. (Eng.), Assistant Professor, Assistant Professor of the Department of Heat Power Engineering, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia, e-mail: ostapenko1208@gmail.com

Viktor M. Portnov – Student of the Faculty of Civil Engineering, Heat Power Engineering and Gas Supply, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia

Andrii D. Voloshyn – Student of the Faculty of Civil Engineering, Heat Power Engineering and Gas Supply, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia

СИСТЕМА ХОЛОДОПОСТАЧАННЯ ЖИТЛОВОЇ БУДІВЛІ З ВБУДОВАНИМИ ТОРГОВЕЛЬНО-ОФІСНИМИ ПРИМІЩЕННЯМИ

Вінницький національний технічний університет

Анотація

Наведено порівняння особливостей систем холодопостачання з використанням різних парокомпресійних та абсорбційних холодильних машин. Проведено техніко-економічне порівняння різних джерел холодопостачання для системи кондиціювання повітря.

Ключові слова

Кондиціювання повітря, холодопостачання, холодильна машина, фанкойл

Abstract

The comparison of features of refrigeration using different vapor compression and absorption chillers. A feasibility comparison of different sources of cooling for the air conditioning system.

Keywords

Air conditioning, refrigeration, refrigeration machine, fan coil

Більшу частину свого життя і на робочому місці людина проводить у замкненому просторі – кімнаті. Самопочуття людини, її працездатність та здоров'я визначається мікрокліматом приміщення. Створення і підтримання необхідного мікроклімату у приміщенні забезпечують системи вентиляції і кондиціювання повітря [1]. Для забезпечення нормального мікроклімату у громадських, адміністративних та торговельних приміщеннях влітку необхідне охолодження повітря.

Сучасні системи кондиціювання повітря забезпечують мікроклімат за допомогою різного типу спліт-систем або систем чилер-фанкойл. Для забезпечення роботи останніх використовують холодильні машини. Широко використовуються парокомпресійні холодильні машини типу “повітря – вода” і “вода – вода” та абсорбційні холодильні машини [2].

Мета роботи – вибір оптимальної системи холодопостачання житлової будівлі з вбудованими торговельними та офісними приміщеннями на основі техніко-економічних показників.

Для аналізу була прийнята житлова будівля з вбудованими торгово-офісними приміщеннями у м. Бар. Розрахункова потужність системи холодопостачання 85,2 кВт, відповідно до цієї потужності підібрані холодильні машини: повітряного охолодження AQUACIAT 350 V, холодильною потужністю 92,5 кВт, споживаною електричною потужністю 30,23 кВт, водо-водяного охолодження DynaCiat LGN 350 V, холодильною потужністю 95 кВт, споживаною електричною 27 кВт, абсорбційну холодильну машину Robur RTCF 300-00TK холодильною потужністю 88,6 кВт, споживаною електричною потужністю 4,5 кВт.

Враховуючи кліматичні дані м. Бар використовуючи залежності, наведені у [3], встановлено, що система холодопостачання протягом теплого періоду року повинна виробити 206,4 ГДж холоду, при цьому технічні показники системи холодопостачання наведені в таблиці 1.

Таблиця 1 – Технічні показники систем холодопостачання

Схема холодопостачання з холодильними машинами	Споживання електроенергії, кВт·год	Споживання природного газу, м ³	Споживання води, м ³
Варіант 1 – AQUACIAT 350 V	18971	-	98526
Варіант 2– DynaCiat LGN 350 V з ґрунтовими теплообмінниками	11337	-	98526
Варіант 3 – DynaCiat LGN 350 V з вентиляторною ґрадирнею	17380	-	98526
Варіант 4 – Robur RTCF 300-00TK	3005	8972	98526

Особливістю роботи холодильних машин DynaCiat є можливість їх встановлення в неопалювальному приміщенні, але необхідність наявності у схемі виносного конденсатора, або іншого охолоджувача. Тому для розгляду прийнято два варіанти схемного рішення з таким типом машин: влаштування ґрунтових теплообмінників в якості охолодників та влаштування вентиляторної ґрадірні в якості охолодника.

Варіант 2 має більший холодильний коефіцієнт ($\epsilon = 5,4$), але необхідність влаштування ґрунтових теплообмінників призводить до додаткового використання земельних ресурсів. До переваг варіанту 2 можна віднести можливість отримання близько 100 кВт теплоти у зимовий період, що покриє практично третину теплового навантаження такої будівлі.

Враховуючи наведені вище технічні показники систем холодопостачання та капіталовкладень на спорудження системи визначені техніко-економічні показники роботи системи холодопостачання. Аналізуючи ці показники встановлено, що приблизно більші співмірні капіталовкладення мають варіанти 2 та 4, а менші співмірні – варіанти 1 та 3. Найбільші експлуатаційні витрати становлять для варіанту 4 – 268,6 тис. грн /сезон, а найменші для варіанту 1 – 163,4 тис. грн /сезон. Собівартість (С, грн/ГДж) отримання холоду має система із холодильною машиною типу AQUACIAT показано на рис. 1.

С, грн/ГДж

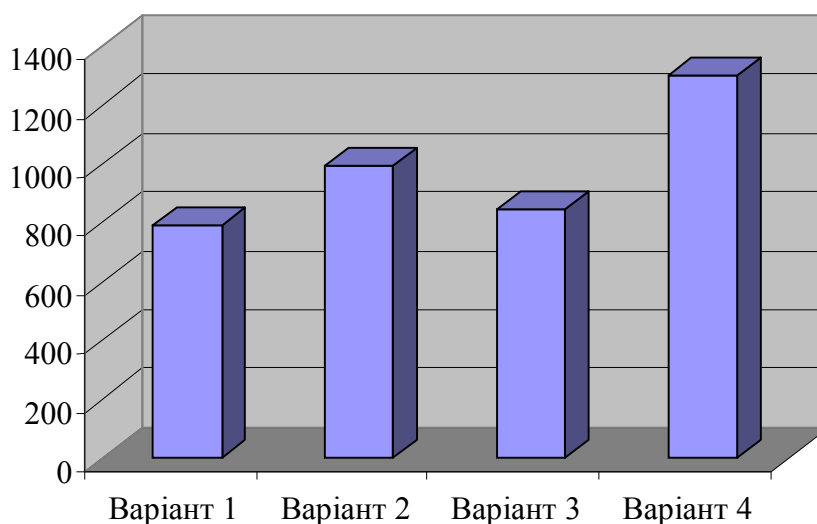


Рисунок 1 – Собівартість виробництва холоду системами холодопостачання

Аналізуючи дані наведені в табл. 1 і на рис. 1 можна зробити висновки, що найбільш економічно доцільний варіант системи холодопостачання є варіант із холодильною машиною системи “повітря-вода” AQUACIAT 350 V, хоча така холодильна машина має менший холодильний коефіцієнт ($\epsilon = 3$), тобто має більшу встановлену електричну потужність.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Белова Е. М. Системы кондиционирования воздуха с чиллерами и фэнкойлами. М.: Евроклимат. – 2003. – 400 с.
2. Степанов Д. В. Холодильна техніка та технологія : навчальний посібник / Д. В. Степанов, Н. Д. Степанова. –Вінниця: ВНТУ, 2008. –94 с.
3. Степанова Н. Д. Теплові мережі : навчальний посібник / Н.Д.Степанова, Д. В.Степанов. – Вінниця : ВНТУ, 2009.–135 с.

Степанова Наталія Дмитрівна, кандидат технічних наук, доцент, доцент кафедри теплоенергетики, Вінницький національний технічний університет, м. Вінниця, Stepanovand@i.ua.

Гайна Анастасія Олександрівна, студент факультету будівництва теплоенергетики та газопостачання, Вінницький національний технічний університет, м. Вінниця, nastia-41900@mail.ru.

ЕФЕКТИВНИЙ КОЕФІЦІЄНТ ТЕПЛОПРОВІДНОСТІ ЗА УМОВ ТЕПЛООБМІНУ В ОБМЕЖЕНОМУ ПРОСТОРІ

Вінницький національний технічний університет

Анотація

Представлено результати експериментального визначення ефективного коефіцієнта теплопровідності методом стаціонарного режиму в обмеженому просторі. Представлено результати отримані за двома методиками обробки експериментальних даних та вказано ймовірні похибки, які виникали при визначенні коефіцієнтів теплопровідності та тепловіддачі. Описано умови протікання процесів та їх вплив на отримані результати.

Ключові слова: ефективний коефіцієнт теплопровідності, коефіцієнт конвекції, коефіцієнт тепловіддачі, стаціонарний режим.

Abstract

The results of experimental determination of effective thermal conductivity by steady state in a confined space. The results obtained by the two methods of data processing and indicated possible errors that arose in the determination of thermal conductivity and heat transfer. Described terms of processes and their impact on the results.

Keywords: effective thermal conductivity, coefficient of convection heat transfer coefficient, stationary mode.

Вступ

Теплові процеси широко розповсюджені в технологіях харчової та хімічної промисловості. Величина потоку тепла через деяку тверду поверхню визначається її тепловим опором і коефіцієнтами тепловіддачі зі сторін середовищ, які обмінюються теплом [1, 2]. Математичні моделі для опису тепло- та масообмінних процесів за умов турбулентного та ламінарного режиму конвекції зазвичай базуються на ідеї про усереднення рівнянь Нав'є-Стокса, згідно з якою миттєві значення швидкості, тиску, густини та температури представляються сумами їх середніх та пульсаційних значень [2]. Якщо середовище є ньютонівським, то коефіцієнти тепловіддачі визначаються за

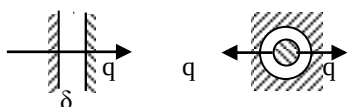


Рисунок 1 – Форма обмеженого простору

процес переносу енергії та маси через щільні канали, заповнені рідиною або газом, утворені плоскими паралельними пластинами та кільцевими каналами (рис. 1). На рисунках 1 і 2 q – питомий тепловий потік.

Основна частина

Дослідники [1-4] для опису процесу використовували методи математичного моделювання та натурний експеримент, загальний результат яких представлений на рисунку 3. У даній роботі наведені результати експериментального дослідження процесу теплопереносу у в'язкій рідині (цукровий розчин 50 % концентрації) методом регулярного режиму.

Дослідна установка [4] являє собою дві посудини більшого та меншого діаметру, які вставлені одна в одну і утворюють дві відокремлені області. Дослідна рідина розміщена у внутрішній циліндричній посудині, а грійна вода у зовнішньому кільцевому каналі (рис. 2).

Для опису процесу тепломасообміну в установці використовуються наступні критеріальні

рівняння: критерій Грасгофа – $Gr = \frac{g \cdot \beta \cdot \Delta t \cdot l^3}{\nu^2}$, критерій Прандтля – Pr , критерій Ралея – $Ra = Gr \cdot Pr$, критерій Біо. За характерний розмір приймалась висота внутрішньої посудини – l .

Локальні значення теплового потоку змінюються по поверхні стінки ємності через наявність конвекції рідини в ємності. У зв'язку з цим отримані дані для узагальнення і порівняння з відомими даними виражають у формі еквівалентного коефіцієнта теплопровідності λ_e . Введемо величину

$\varepsilon_k = \lambda_e / \lambda$, яка характеризує вплив конвекції на перенесення енергії за умов різних значень Ra . В даному випадку λ – коефіцієнт теплопровідності середовища, що досліджується.

Згідно з методикою обробки експериментальних даних для стаціонарного режиму [1, 3] еквівалентний коефіцієнт теплопровідності зв'язаний з критерієм Біо наступним чином:

$$\lambda_e = \frac{\alpha \cdot K \cdot F}{Bi \cdot V}, \quad (1)$$

де K – коефіцієнт форми; V – об'єм досліджуваного середовища, m^3 ; F – площа теплообміну, m^2 ; α – коефіцієнт тепловіддачі навколишнього середовища, $Вт/(m^2 \cdot K)$. Для циліндра коефіцієнт форми визначається:

$$K = \frac{1}{\left(\frac{2.405}{R}\right)^2 \cdot \left(\frac{\pi}{1}\right)^2}, \quad (2)$$

де l – довжина циліндра, m ; R – радіус циліндра, m .

Критерій Біо та коефіцієнт нерівномірності розподілу температури можна виразити наступними залежностями [1, 3]

$$\psi = \left(1 + 1.44 \cdot Bi + Bi^2\right)^{-1/2}, \quad (3)$$

$$\psi = \vartheta_f / \vartheta_v = \frac{m \cdot C_v}{\alpha \cdot F}, \quad (4)$$

де ϑ_f, ϑ_v – середні по поверхні та по об'єму тіла температури відповідно, $^{\circ}C$; $\vartheta_f = |t_p - t_{ct}|$ та $\vartheta_v = |t_p - t_o|$; t_p, t_{ct}, t_o – температури зовнішнього середовища (рідини), стінки та по центру розчину відповідно, $^{\circ}C$; C_v – повна теплоємність тіла, $кДж/К$; m – темп охолодження, $1/с$.

Отримані після обробки результати досліджень представлені на рисунку 3.

Під час проведення досліджень необхідно звернути увагу на умови протікання процесу, що відрізняються від умов у роботах [1, 2], тобто тепловий потік направлений до вісі циліндричної посудини (рис. 2). До значної похибки може призвести також те, що ми визначаємо коефіцієнт тепловіддачі для грійного середовища α_1 , а його значення більше за коефіцієнт тепловіддачі у внутрішній посудині α_2 , тобто $\alpha_1 \gg \alpha_2$. Очікувана похибка у визначенні α_1 оцінюємо в межах 50 %. Гіпотетичне положення експериментальних даних ε' з врахуванням похибки представлене на рис. 3.

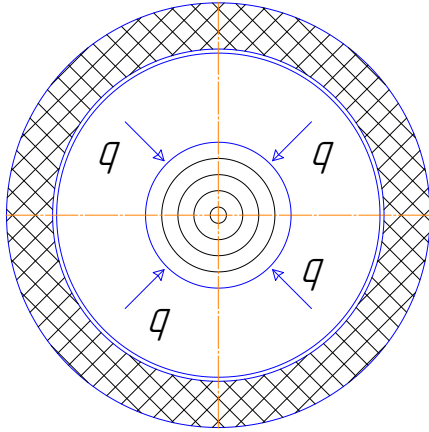


Рисунок 2 – Форма обмеженого простору у експериментальній установці

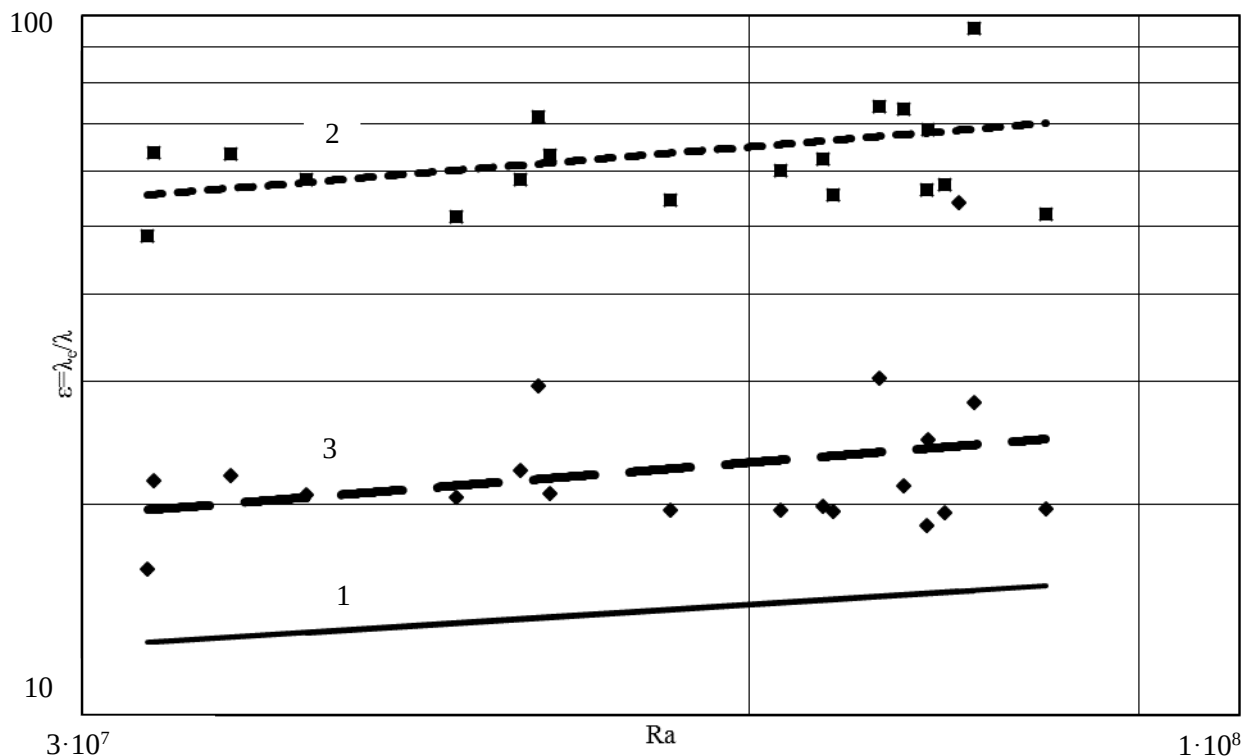


Рисунок 3. Лінія 1 – розрахункові значення коефіцієнтів теплопровідності в щілевих каналах (за [1, 2]); лінія 2 – експериментальні значення коефіцієнтів теплопровідності в циліндричному об’ємі (формула 1); лінія 3 – за умови зниження експериментальних коефіцієнтів тепловіддачі на 50 % у формулі (1)

Отже, за даних умов теплообміну порядок коефіцієнта конфекції ϵ на 20 – 60 % більший ніж при теплообміні в прямокутному каналі (згідно рис. 1). Апроксимація отриманих результатів дає досить схожу до отриманої іншими авторами структуру рівняння $\epsilon = 0,55Ra^{0,25}$ в діапазоні $10^6 < Ra < 10^{10}$, тоді як у авторів [1, 2] на такому ж проміжку рівняння має форму $\epsilon = 0,4 \cdot Ra^{0,2}$.

Висновки

Приведені експериментальні коефіцієнти теплопровідності в циліндричному об’ємі на 20...60 % мають вищі значення ніж розрахункові в щілевих каналах, що обумовлено різною геометрією об’ємів в яких здійснюється природня конвекція.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Михеев М. А. Основы теплопередачи / М. А. Михеев. – [2-е изд.]. – М.: Энергоатомиздат, 1949 – 396 с.
2. Никитенко Н. И. Метод численного моделирования тепло- и массообмена при трехмерном ламинарном, переходном и турбулентном режимах течения / Н. И. Никитенко, Ю. Ф. Снежкин, Н. Н. Сороковая, Ю. Н. Кольчик // Одеська національна академія харчових технологій. Наукові праці. – Одеса, Видавництво ОНАХТ, – 2013р. – Том 1, Вип. 43. – С. 20–25.
3. Календер’ян В. О. Методи дослідження процесів теплообміну. Експериментальні методи. Навчальний посібник. Частина 2 / В. О. Календер’ян. – Одеса: ОДАХ, 2006. – 75 с.
4. Ткаченко С. Й. Метод визначення інтенсивності теплообміну в реонестабільних сумішах / С. Й. Ткаченко, Н. В. Пішеніна // Науково-технічний збірник "Сучасні технології, матеріали і конструкції в будівництві". – Вінниця: Універсум-Вінниця, 2012. – № 2. – С. 87 – 96.

Ткаченко Станіслав Йосипович – д. т. н., професор, завідувач кафедри теплоенергетики.

Денесяк Дмитро Іванович – аспірант кафедри теплоенергетики, Вінницький національний технічний університет, м. Вінниця, E-mail: doc13energee@gmail.com.

Ткаченко Станіслав Йосипович – д. т. н., професор, завідувач кафедри теплоенергетики, Вінницький національний технічний університет, м. Вінниця, E-mail: stahit@mail.ru.

Stanislav Tkachenko - Dc. Sc., Professor, Head of the power system.

Denesyak Dmitry - graduate student of the power system, Vinnytsia National Technical University. Vinnytsya, E-mail: doc13energee@gmail.com.

Stanislav Tkachenko - Dc. Sc., Professor, Head of the power system, Vinnytsia National Technical University. Vinnytsya, E-mail: stahit@mail.ru.

КОМБІНУВАННЯ ТРАДИЦІЙНИХ ТА АЛЬТЕРНАТИВНИХ ДЖЕРЕЛ ЕНЕРГІЇ ДЛЯ СИСТЕМИ ТЕПЛОХОЛОДОПОСТАЧАННЯ АДМІНІСТРАТИВНОЇ БУДІВЛІ

Вінницький національний технічний університет

Анотація

В роботі вказано на необхідність більш широкого використання альтернативних джерел енергії – енергії біомаси, ґрунту, Сонця, проведено техніко-економічний аналіз та оцінку техногенного навантаження протягом життєвого циклу систем комбінування традиційних та альтернативних джерел енергії для теплохолодопостачання адміністративної будівлі. Виявлений варіант схеми із достатньо високими економічними та екологічними показниками.

Ключові слова

Теплохолодопостачання, техніко-економічний аналіз, техногенне навантаження, оцінка життєвого циклу, тепловий насос, геліоколектор

Abstract

In the work indicated the need for greater use of alternative energy sources – biomass, soil, Sun, conducted feasibility analysis and assessment of technogenic load during the life cycle of systems combining traditional and alternative energy sources for heat and cold supply of the building. Discovered a variant of the scheme with a sufficiently high economic and environmental indicators.

Keywords

Heat and cold supply, technic-economical analysis, human impact, life cycle assessment, heat pump, solar collector

Вступ. Постановка задачі

Зростання температурних показників в теплий період року і підвищення вимог до мікроклімату в приміщеннях викликає масове впровадження систем кондиціонування повітря з використанням штучного холоду в громадських будівлях. Традиційні системи охолодження ґрунтуються на парокомпресійних холодильних машинах із значним споживанням електроенергії. В той же час системи теплопостачання будівель живляться від котелень на викопних непоновлюваних енергоресурсах, вартість яких неухильно і стрімко зростає [1].

Останнім часом для тепло- і холодопостачання широко використовуються реверсивні холодильні машини, які можуть працювати в режимі теплового насосу. Впровадження такого обладнання в поєднанні із ґрунтовими теплообмінниками, системами утилізації теплоти витяжного повітря, геліосистемами дозволить зменшити витрати викопних палив в котельнях та на ТЕС та, відповідно, техногенне навантаження на навколишнє середовище при їх спалюванні.

Тому питання дослідження і розробки комбінування традиційних і альтернативних джерел енергії для систем теплохолодопостачання будівель з високою енергетичною, екологічною та економічною ефективністю є актуальними.

Мета роботи – оцінювання ефективності комбінування традиційних енергоресурсів та альтернативних джерел енергії в системі теплохолодопостачання адміністративної будівлі.

Результати досліджень

Для проведення досліджень обрана адміністративна будівля з такими характеристиками системи теплохолодопостачання: максимальна теплова потужність системи опалення 104,85 кВт, максимальна теплова потужність системи вентиляції 22,67 кВт, потужність системи гарячого водопостачання 19 кВт, максимальна потужність системи холодопостачання 90 кВт.

В роботі оцінювались технічні, економічні та екологічні показники п'яти варіантів схемних рішень системи теплохолодопостачання, а саме:

- 1) базовий варіант – створення котельні із газовими котлами для потреб теплопостачання та холодильної станції з парокомпресійною холодильною машиною типу “повітря-вода”;
- 2) альтернативний варіант 1 [2] – джерело теплохолодопостачання, що містить тепловий насос, ґрунтовий теплообмінник, утилізатор теплоти витяжного повітря, систему сонячних колекторів та акумулятор теплоти;
- 3) альтернативний варіант 2 [3] – джерело теплохолодопостачання, що містить тепловий насос, ґрунтовий теплообмінник, утилізатор теплоти витяжного повітря, котел на біомасі та акумулятор теплоти;
- 4) альтернативний варіант 3 [4] – джерело теплохолодопостачання, що містить тепловий насос, ґрунтовий теплообмінник, утилізатор теплоти витяжного повітря, систему сонячних колекторів, абсорбційну холодильну машину та акумулятор теплоти;
- 5) альтернативний варіант 4 [5] – джерело теплохолодопостачання, що містить тепловий насос, ґрунтовий теплообмінник, утилізатор теплоти витяжного повітря, систему сонячних колекторів, абсорбційну холодильну машину, котел на біомасі та акумулятор теплоти.

Річне виробництво теплоти наведеними вище системами теплохолодопостачання складає 318,88 МВт·год, а холоду – 95,04 МВт·год. Після розрахунків теплових схем та вибору обладнання за рекомендаціями [6] отримані техніко-економічні показники роботи систем, які наведені у таблиці 1.

Таблиця 1 - Техніко-економічні показники систем теплохолодопостачання

Показник	Базовий варіант	Альтернативний варіант 1	Альтернативний варіант 2	Альтернативний варіант 3	Альтернативний варіант 4
Витрата палива	Природний газ 40,8 тис. м ³ /рік	-	Біомаса 26,7 т/рік	-	Біомаса 16,2 т/рік
Витрата електроенергії, МВт·год/рік	39,9	53,3	47,2	49,6	40,9
Загальні капіталовкладення, млн. грн	1,645	4,389	3,628	7,168	6,261
Витрати коштів на паливо, тис. грн/рік	367,4	-	66,8	-	40,5
Витрати коштів на електроенергію, тис. грн/рік	79,1	105,6	93,6	98,4	81,1
Загальні експлуатаційні витрати, тис. грн/рік	741,7	624,8	615,1	864,6	808,4
Собівартість теплоти і холоду, грн/ГДж	497,8	419,3	412,8	580,2	542,5

Для більш ґрунтового вибору ефективного варіанту побудови системи теплохолодопостачання проведене оцінювання життєвого циклу систем з використанням програмного продукту Sima Pro [7]. Ефективність системи визначається у одиницях техногенного навантаження на навколишнє середовище Pt. Дана методика дозволяє оцінювати шкідливі впливи на навколишнє середовище на етапах створення обладнання, його функціонування та утилізації.

Співставлення техніко-економічного показника – собівартості виробництва теплоти та холоду (грн/ГДж) та екологічного показника – техногенного навантаження протягом життєвого циклу системи (Pt) для різних варіантів систем теплохолодопостачання показане на рис. 1.

Аналіз даних, показаних на рис. 1, виявив, що раціональним варіантом теплохолодопостачання як з позицій техніко-економічних показників, так і з позицій екології є варіант 2. Тобто система теплохолодопостачання, що містить ґрунтові колектори, тепловий насос, утилізатор теплоти витяжного повітря, котел на біомасі і систему акумуляування теплоти, дозволить виробляти теплоту та холод з низькою собівартістю, невисоким терміном окупності капіталовкладень і відносно низьким техногенним навантаженням на навколишнє середовище протягом життєвого циклу системи.

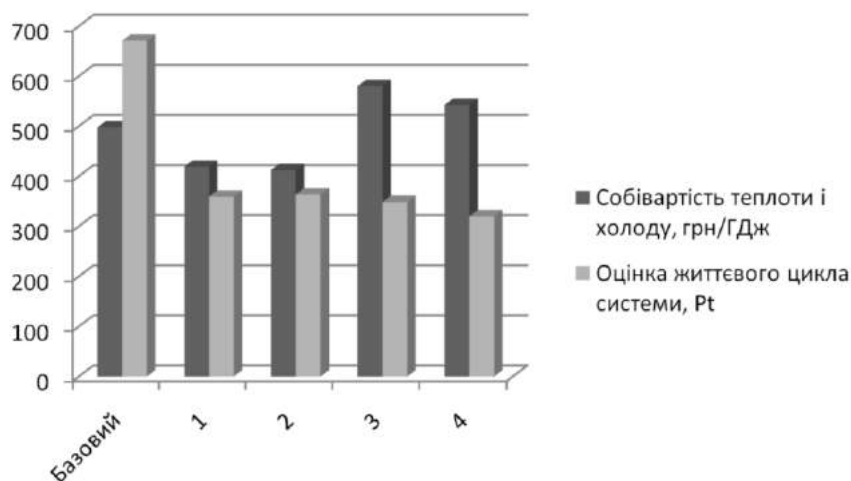


Рисунок 1 – Співставлення собівартості теплоти і холоду та техногенного навантаження протягом життєвого циклу для різних варіантів систем теплохолодопостачання адміністративної будівлі

Висновки

В роботі проведено техніко-економічний та екологічний аналіз чотирьох варіантів комбінування альтернативних та традиційних джерел енергії для теплохолодопостачання адміністративної будівлі. При порівнянні отриманих результатів встановлено, що як з економічної, так і з екологічної точки зору варіант джерела теплохолодопостачання із тепловим насосом, ґрунтовими колекторами, котлом на біомасі, утилізатором теплоти витяжного повітря є найбільш ефективним.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Кудін Б.П. Обрання інноваційного шляху розвитку і енергоефективність //Тези міжнародної науково-технічної конференції «Інноваційні технології в будівництві 2016». Режим доступу: <https://conferences.vntu.edu.ua/index.php/itb/itb2016/paper/viewFile/1659/1355>
2. Патент України на корисну модель № 101612, МПК⁷ F24D11/02. Система теплохолодопостачання / Степанов Д.В., Степанова Н.Д., Гайдейчук О.А. //Промислова власність. – К. : Український інститут промислової власності. – 2015, бюл. № 18, опубл. 25.09.2015 р.
3. Патент України на корисну модель № 101178, МПК⁷ F24D11/02. Система теплохолодопостачання / Степанов Д.В., Степанова Н.Д., Буянов А.О. //Промислова власність. – К. : Український інститут промислової власності. – 2015, бюл. № 16, опубл. 28.08.2015 р.
4. Патент України на корисну модель № 103307, МПК⁷ F24D11/02. Система теплохолодопостачання / Степанов Д.В., Степанова Н.Д., Ковтонюк В.О. //Промислова власність. – К. : Український інститут промислової власності. – 2015, бюл. № 23, опубл. 10.12.2015 р.
5. Патент України на корисну модель № 104011, МПК⁷ F24D11/02. Система теплохолодопостачання / Степанов Д.В., Степанова Н.Д., Панчук М.Л. //Промислова власність. – К. : Український інститут промислової власності. – 2016, бюл. № 1, опубл. 12.01.2016 р.
6. Степанова Н. Д. Теплові мережі : навчальний посібник / Н. Д. Степанова, Д. В. Степанов. – Вінниця : ВНТУ, 2009.–135 с.
7. Степанов Д. В. Методи оцінки ефективності системи з врахуванням техногенного навантаження на навколишнє середовище протягом життєвого циклу системи / Д. В. Степанов, С. Й. Ткаченко, Л. А. Боднар //Вісник НУВГП . – 2010. – № 2. – С. 168-174.

Степанов Дмитро Вікторович, кандидат технічних наук, доцент, доцент кафедри теплоенергетики, Вінницький національний технічний університет, м. Вінниця, Stepanovdv@i.ua

Степанова Наталія Дмитрівна, кандидат технічних наук, доцент, доцент кафедри теплоенергетики, Вінницький національний технічний університет, м. Вінниця, Stepanovand@i.ua

Stepanov Dmitry, candidate of technical Sciences, associate Professor, Department of power engineering, Vinnytsia national technical University, Vinnytsia, Stepanovdv@i.ua

Stepanova Natalia, candidate of technical Sciences, associate Professor, Department of power engineering, Vinnytsia national technical University, Vinnytsia, Stepanovand@i.ua

ОСОБЛИВОСТІ СПАЛЮВАННЯ БІОГАЗУ У ВОДОГРІЙНОМУ КОТЛІ

Вінницький національний технічний університет

Анотація

Розглянуто роботу водогрійного котла при номінальному режимі на 2-ох видах палива, таких як природний газ та біогаз. Проаналізовані зміни в характеристиках котла. Зроблено висновки про переваги та недоліки роботи котла на альтернативних видах палива порівняно з традиційними (природний газ).

Ключові слова: Біогаз, альтернативні види палива, водогрійний котел.

Abstract

Reviewed the work of the boiler during nominal operation for 2 types of fuel, such as natural gas and biogas. Analyzes changes in the characteristics of the boiler. The conclusions about the advantages and disadvantages of boiler operation on alternative types of fuel compared with conventional (natural gas).

Keywords: Biogas, alternative fuels, hot water boiler.

Вступ

Біоконверсія органічних відходів є одним з найпрогресивніших, економічно ефективних та екологічно прийнятних рішень для запобігання забруднення навколишнього середовища. При цьому є змога раціонально використовувати органічні речовини та звільнювати акумульовану в них енергію. Значне зростання цін на первинні енергоносії вимагає пошуку альтернативних видів палива: одним із найперспективніших із них є біогаз. Ефективність та надійність процесу біоконверсії в значній мірі залежить від організації використання біогазу при видобутку теплової енергії у водогрійних котлах.

Мета роботи полягає у виявленні недоліків і переваг спалювання біогазу у водогрійному котлі..

Результати досліджень

Дослідження проведені з використанням розрахункового методу[2] проведені порівняльні розрахунки роботи промислового водогрійного котла ВК-22(КСВ-3,15): паспортна потужність котла – 3,15 МВт, температура на вході і на виході відповідно $t' = 55^{\circ}\text{C}$ і $t'' = 105^{\circ}\text{C}$, маса – 6130 кг, об'єм топки складає $2,75 \text{ м}^3$, сумарна площа стін топки $11,46 \text{ м}^2$, конвективний пучок площею поверхні нагріву - $66,8 \text{ м}^2$, габаритні розміри: довжина – 4738мм, ширина – 1452мм, висота – 2600мм. Розрахунок проведено для природного газу складом: $\text{CH}_4 = 98,3\%$; $\text{C}_2\text{H}_6 = 0,4\%$; $\text{C}_3\text{H}_8 = 0,2\%$; $\text{C}_4\text{H}_{10} = 0,1\%$; $\text{N}_2 = 0,9\%$; $\text{CO}_2 = 0,1\%$; $Q_{\text{H}}^{\text{P}} = 35747,9 \text{ КДж/м}^3$, при коефіцієнті надлишку повітря $\alpha = 1,05$; біогаз – склад : $\text{CH}_4 - 60\%$; $\text{H}_2 - 0,02\%$; $\text{H}_2\text{S} - 0,96\%$; $\text{CO} - 0,02\%$; $\text{N}_2 - 2\%$; $\text{CO}_2 - 37\%$; і теплота згоряння $Q_{\text{H}}^{\text{P}} = 25287,16 \text{ КДж/м}^3$, надлишок повітря $\alpha = 1,15$.

В літературі[1] вказується, що заміна природного газу на біогаз має як очевидні переваги – дешевша ціна, так і недоліки – зменшення продуктивності котла. Так, ККД промислового котла потужністю більше 730 кВт знижується на 6...7,5%, також погіршуються екологічні показники котла. Більш низька адіабатна температура згорання біогазу призводить до збільшення викидів в атмосферу CO.

У чисельному дослідженні при розрахунках спалювання біогазу задавались різними значеннями відсотку хімічного недопалу і співставляли отриманий при заданих значеннях недопалу ККД котла з ККД цього ж котла на природному газі. При розрахунках було виявлено відсоток хімічного недопалу $q_3 = 5\%$ при різниці ККД 7,3%, що відповідає діапазону визначеному експериментальним шляхом.

Висновки

Зниження ККД котлів при переході з природного газу на біогаз пояснюється наявністю у біогазі високого вмісту вуглекислого газу CO_2 . Вважаємо що при горінні він перешкоджає доступу молекул кисню O_2 до молекул метану CH_4 , що впливає на продуктивність спалювання останнього.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Куріс Ю.В. Підвищення теплотехнічних і екологічних показників спалювання біогазу в теплогенеруючому обладнанні / Куріс Ю.В. //Київ. – 2007. – 19 с.
2. Тепловой расчет котлов (нормативный метод) //Санкт-Петербург. – 1998. –259с.

Ткаченко Станіслав Йосипович, д.т.н., професор, завідувач кафедри теплоенергетики ВНТУ. e-mail: stahit@mail.ru

Гижко Андрій Вікторович, студент групи ТЕ-13, факультет будівництва теплоенергетики та газопостачання, ВНТУ, Вінниця, e-mail: gizhko70@mail.ru

Stanyslav I. Tkachenko, Doctor of Science (Eng), Professor, Head of the Chair of Power Engineering, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia, e-mail: stahit@mail.ru

Andriy V. Gizhko — Department of Building Heating and Gas Supply, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia, email : gizhko70@mail.ru

РЕКОНСТРУКЦІЯ ФУНДАМЕНТІВ ВИРОБНИЧОЇ БУДІВЛІ З МЕТОЮ ЗБІЛЬШЕННЯ НАВАНТАЖЕННЯ

Вінницький національний технічний університет

Анотація

Виконаний аналіз впливу піддатливості основи та просторової жорсткості надфундаментних конструкцій на перерозподіл навантажень між фундаментами виробничої 3-4-х поверхової виробничої будівлі з каркасною конструктивною схемою, який дозволяє оцінити коректність підсилення фундаментів суцільною фундаментною плитою в рівні підлоги першого поверху. Підсилення спричинене збільшенням навантаження при реконструкції.

Ключові слова: піддатлива основа, фундаменти, перерозподіл навантажень, жорсткість.

Abstract

The analysis of the impact of framework compliance and spatial rigidity of upper fundement constructions to loads redistribution between foundations of 3-4-storey productive industrial building with frame design schemes was made. It make it possible to evaluate the correctness of foundations strengthening with solid foundation slabs in the floor level of the first floor has been made. Strengthening caused by increasing load during reconstruction.

Keywords: pliable base, foundations, redistribution of loads, stiffness.

Вступ

При реконструкції Жмеринської швейної фабрики під підприємство з вирощування креветок з технологічних потреб значно збільшилося навантаження на перекриття, оскільки на кожному поверсі встановлюються технологічні ємності з водою об'ємом до 60 м³. Будівля фабрики має залізобетонний збірний каркас та перекриття з збірних залізобетонних плит. Об'єкт складається з двох конструктивних блоків: чотирьох- та триповерхових (див. рис. 1).

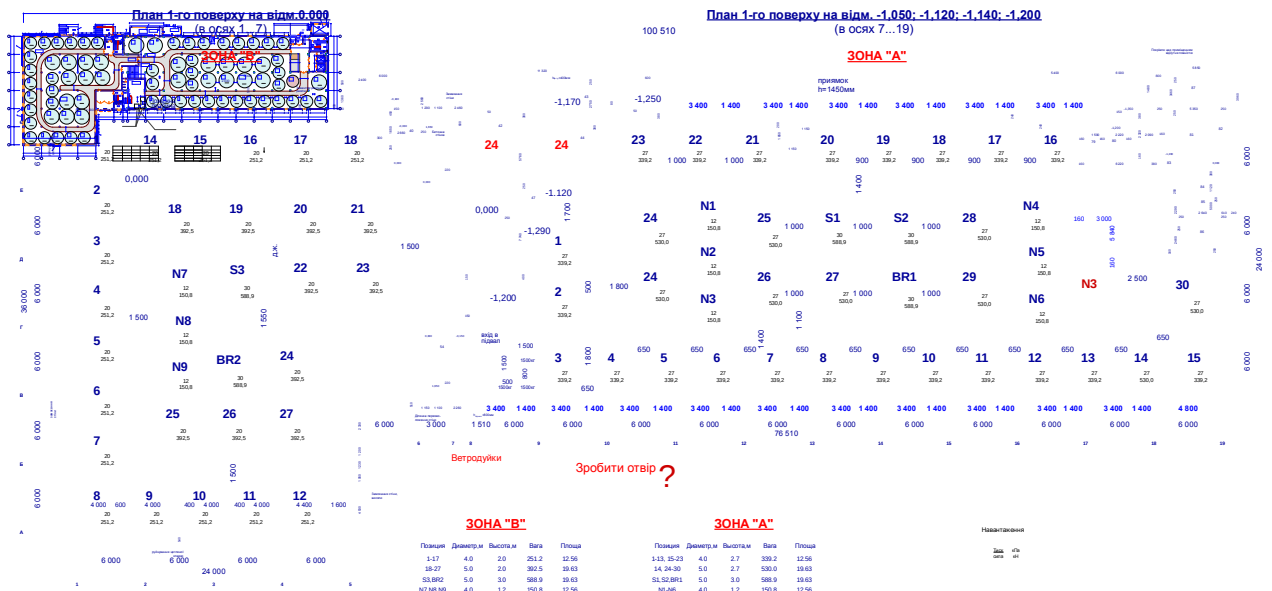


Рис. 1 – Розміщення технологічних ємностей на перекриттях будівлі

Під колони існуючої будівлі влаштовані монолітні стовпчасті фундаменти стаканного типу з різною глибиною закладання та різними розмірами. Попередні перевірочні розрахунки показали, що

фундаменти потребують підсилення. Найбільш раціональним варіантом підсилення фундаментів в заданих умовах є влаштування додаткової фундаментної плити безпосередньо по підлозі першого поверху з забезпеченням жорсткого з'єднання існуючих колон з фундаментною плитою.

Відомо, що конструкція будівлі при роботі перерозподіляє навантаження, і на піддатливій основі може виникнути перерозподіл зусиль між елементами каркасу та в самій фундаментній плиті [1]. В сучасних умовах, коли проектувальники, виходячи з економії матеріалів, прагнуть вести проектування з мінімальними запасами міцності, необхідний просторовий сумісний розрахунок системи основа – фундамент – споруда з врахуванням всіх негативних факторів.

В роботі поставлена задача за допомогою ПК ЛИРА-САПР виконати моделювання напружено-деформованого стану системи в умовах різних варіантів поведінки основи та оцінити коректність та надійність запропонованого варіанту підсилення.

Результати дослідження

В зв'язку з невитриманістю ІГЕ за потужністю та простиранням, виклинюванням ґрунтів та різною глибиною закладання фундаментів, під різними фундаментами будівлі розміщені різні за характером і фізико-механічними характеристиками ґрунтового нашарування (для прикладу на рис. 2 наведений один з геологічних розрізів по будівлі).

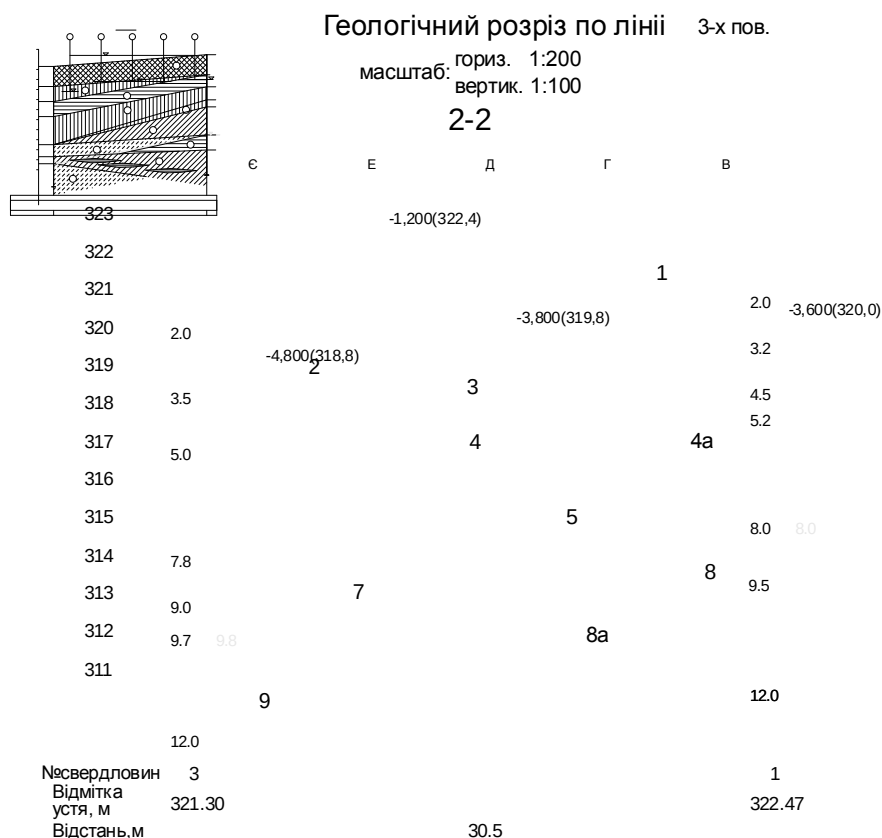


Рис. 2 – Геологічний розріз 2-2 і положення підшви фундаментів 3-х поверхового блоку

За результатами інженерно-геологічних досліджень ґрунтів в свердловинах та шурфах можна зробити такі висновки:

- під підшовою фундаментів більшої частини будівлі залягають ґрунти ІГЕ 3 (глина тверда: $\gamma_{II}=17,6 \text{ кН/м}^3$; $c_{II}=18 \text{ кПа}$; $\phi_{II}=16^\circ$; $I_{L,sat}=0,45$; $E=8 \text{ МПа}$), що є непоганою основою, але по осі Є в осях 1-7 та в осях 14-19, Г-Є під підшовою виклинюється шар ґрунту ІГЕ 2 (суглинок напівтвердий просідний: $\gamma_{II}=16,9 \text{ кН/м}^3$; $c_{II}=14 \text{ кПа}$; $\phi_{II}=13^\circ$; $I_{L,sat}>1$; $E=7 \text{ МПа}$) потужністю від 0,5 до 1.5 м, що є слабким ґрунтом, схильним до просідання при замочуванні.

- на глибині від 1,0 до 3,0 під підшоною фундаментів будівлі виклинюється ґрунт ПЕ 4 та 4а (суглинок твердий просідний: $\gamma_{II}=17,4 \text{ кН/м}^3$; $c_{II}=15 \text{ кПа}$; $\phi_{II}=15^\circ$; $I_{L,sat}=0,85$; $E=7 \text{ МПа}$), який має в межах плями будівлі змінну потужність і неоднакову глибину залягання,
- рівень ґрунтових вод на момент обстеження знаходиться на глибині від 6,0 до 9,0 м;
- механічні властивості ґрунтів під підшоною фундаментів чутливі до зміни вологості, при водонасичуванні як характеристики міцності, так і характеристики деформативності суттєво погіршуються;
- залягання шарів ґрунтової основи має значну неоднорідність як в плані, так і по глибині. На рис. 3 та 4 наведене розміщення несприятливих зон роботи фундаментів в плані під конструктивними блоками будівлі.

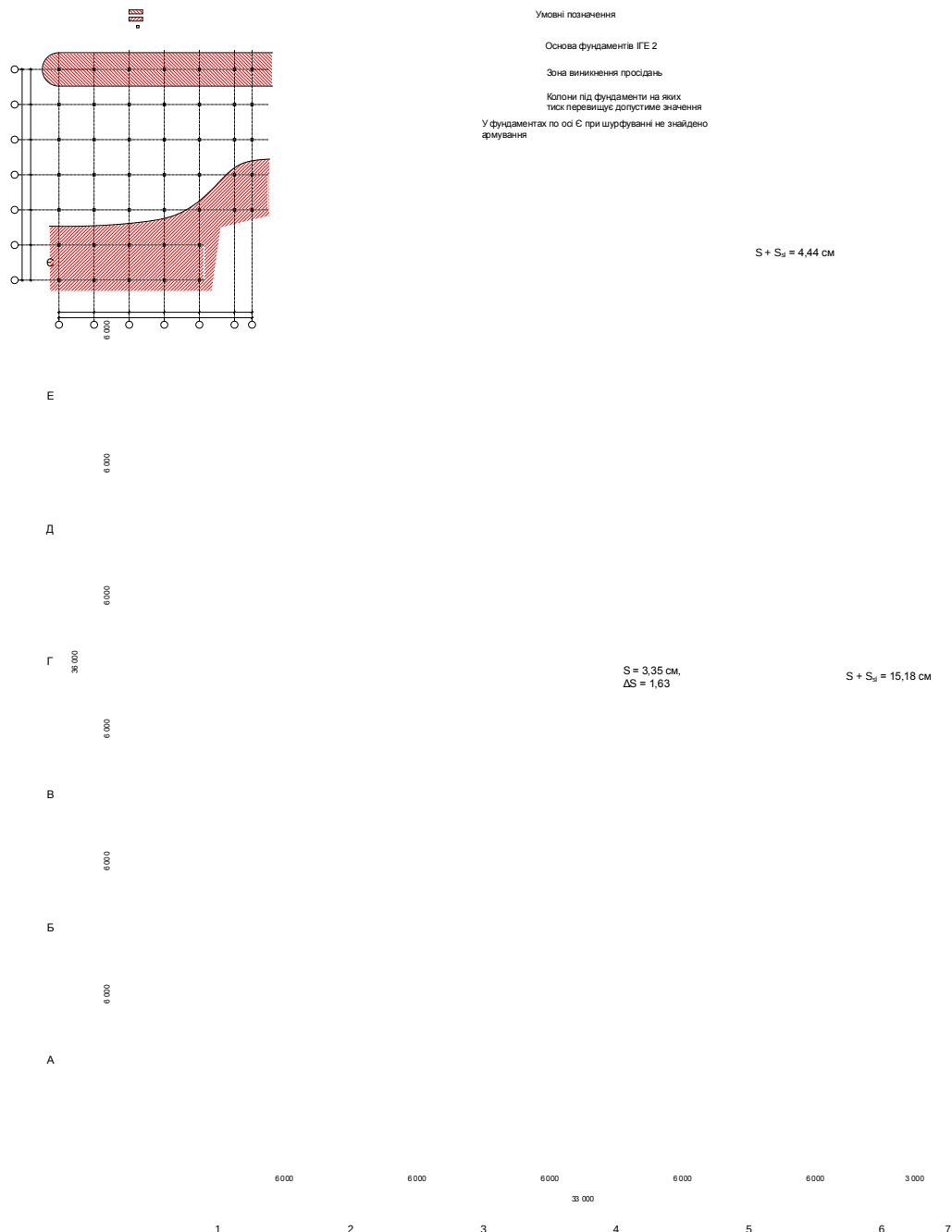


Рис. 3 – Розміщення несприятливих зон роботи фундаментів під колонами 4-х поверхового блоку

Початкова перевірка розмірів підшови основних фундаментів показала, що до реконструкції розміри підшови фундаментів переважно задовольняли граничні нерівності другої та першої групи гра-

ничних станів, а після реконструкції збільшення навантажень потребує збільшення розмірів підосви, а для окремих фундаментів і збільшення армування.

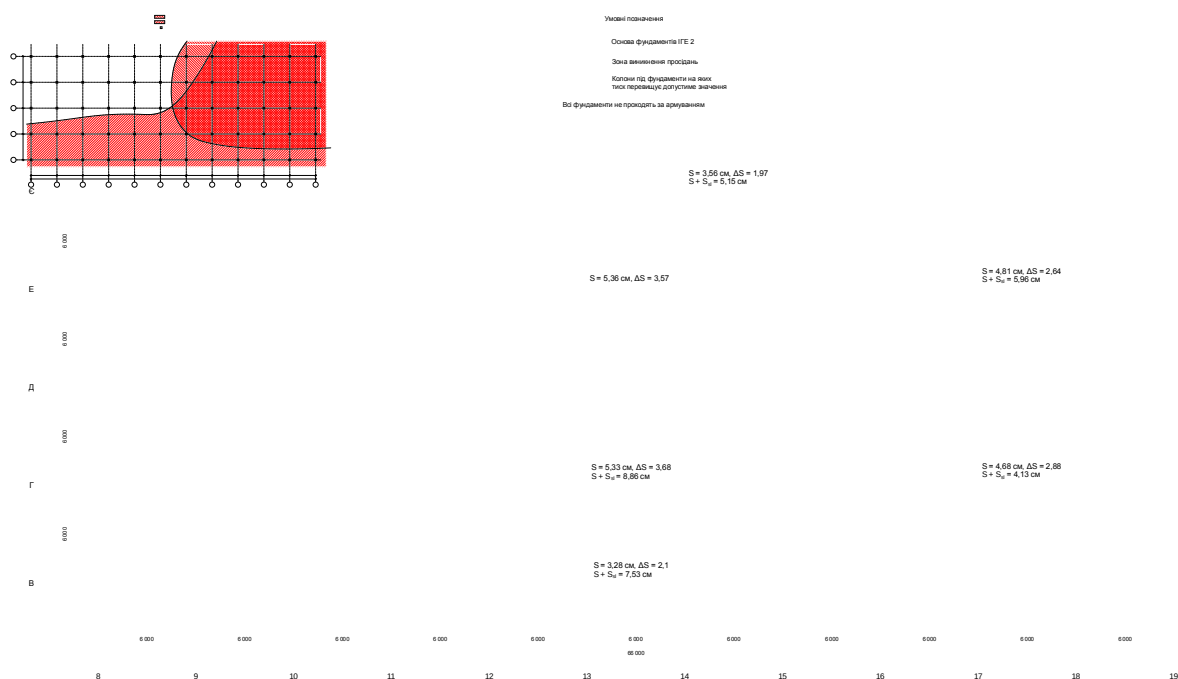


Рис. 4 - Розміщення несприятливих зон роботи фундаментів під колонами 3-х поверхового блоку

Для повного аналізу роботи фундаментів під навантаженням після реконструкції був виконаний просторовий розрахунок каркасу будівлі, який дозволив визначити навантаження на кожний з фундаментів з урахуванням перерозподілу, спричиненого жорсткістю елементів надфундаментних конструкцій і піддатливості основи.

При моделюванні піддатливості основи враховане локальне залягання під частиною фундаментів просідних ґрунтів, які при замочуванні основи спричиняють додаткові нерівномірні просідання.

Додатковим фактором, що може спричинити негативні наслідки при включенні в роботу плити підсилення, є нерівномірна щільність штучно створених ґрунтів зворотної засипки під підлогу. Відкопані при обстеженні шурфи показали таку нерівномірність, а свідчення будівельників, які приймали участь у будівництві об'єкту, говорять про відсутність ущільнення ґрунтів зворотної засипки у важкодоступних місцях поряд з колонами.

Для перевірки впливу властивостей ґрунту зворотної засипки під підлогу на перерозподіл зусиль у елементах каркасу будівлі і в тілі фундаментної плити при моделюванні основи було розглянуто кілька варіантів деформативності цього ґрунту, а також варіант повної відсутності ґрунту під плитою навколо колон.

Результати розрахунків дозволили проаналізувати напружено-деформований стан елементів будівлі після реконструкції і запропонувати конструктивне рішення фундаментної плити підсилення з оптимальними параметрами.

Висновки

Найкращим варіантом підсилення в заданих умовах є влаштування суцільної фундаментної плити під всією площею 4-х та 3-х поверхового блоків. Під одноповерховою частиною можна обмежитись влаштуванням армованої підлоги для сприйняття навантажень від технологічного устаткування.

Влаштування суцільної фундаментної плити забезпечить:

- зменшення тиску на ґрунти основи до допустимих значень;
- створення жорсткої горизонтальної діафрагми, що буде сприяти перерозподілу різних навантажень від колон і зменшенню нерівномірності осідань;
- фундаментна плита захистить ґрунти основи від аварійних технологічних замочувань.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Маєвська І.В. Оптимізація плитних фундаментів за витратами матеріалів / І. В. Маєвська, Н. В. Блащук, Г. В. Маєвський // Основи та фундаменти: Міжвідомчий науково-технічний збірник. – Вип.37. – К. : КНУБА, 2015. – С.352-362.

2. Основи та фундаменти будівель та споруд. Основні положення проектування: ДБН В.2.1-10-2009. – [Чинні від 2011-07-01]. – К. : Мінрегіонбуд України, 2011 – 55 с. – (Державні будівельні норми України).

Ірина Вікторівна Маєвська — канд. техн. наук, доцент кафедри будівництва, міського господарства та архітектури, Вінницький національний технічний університет, м. Вінниця.

Irina V. Majewska - candidate. Sc., assistant professor of department of construction, architecture and municipal economy, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia.

ВЗАЄМОДІЯ ФУНДАМЕНТІВ У ВИТРАМБУВАНИХ КОТЛОВАНАХ З ПРУЖНО-ПЛАСТИЧНОЮ ОСНОВОЮ ЗА МГЕ

Вінницький національний технічний університет

Анотація. В роботі за числовим методом граничних елементів (МГЕ) розв'язано контактну задачу взаємодії палі у витрамбованому котловані з розширенням у нижній частині з ґрунтовою основою та підкреслено, що таким паям властива підвищена несуча спроможність завдяки значному підвищенню міцнісних та деформативних характеристик ґрунтів ущільнених зон.

Ключові слова: напружено-деформований стан, метод граничних елементів, несуча спроможність.

Abstract. In the work of numerical boundary element method (BEM) contact problem solved pile interaction in rammed pit with an extension at the bottom of a ground base and emphasized that such piles characterized by increased load-carrying capacity due to the significant increase in the strength and deformation characteristics of compacted soil areas.

Keywords: mode of deformation, method of boundary element, load-bearing capacity.

Одним із резервів підняття ефективності пального фундаментобудування є використання раціонального типу палі, до яких відносяться набивні палі. Вони не потребують по відношенню до забивних великого розходу сталі і бетонуються у свердловинах без опалубки. Як, відомо, капітальне будівництво – одна із найбільш металоємних галузей народного господарства, а економія металу – актуальна економічна задача сьогодення.

В роботі за числовим МГЕ проведено прогноз процесу деформування віброштампованої палі з розширенням, наведеної на рис. 1, а. На рис. 1,а цифрою 1 позначено межі ущільненої зони з показником щільності сухого ґрунту $\rho_d = 18 \text{ кН/м}^3$; цифрою 2 – $\rho_d = 17 \text{ кН/м}^3$; 3 – розширена основа з витрамбованого щебеня; 4 – графік зміни природної щільності ґрунту $\rho_{d \text{ np}}$; R1 – R5 – радіометричні свердловини. Зміна фізико-механічних і деформативних характеристик ущільнених ґрунтів, а також зміна зони розповсюдження ущільнення ґрунту навколо палі досліджувались на експериментальні ділянки при витрамбовуванні свердловини $\ell = 5,2 \text{ м}$ за допомогою навіски до монтажного крану [1] вагою 210 кН. Діаметр свердловини зверху 1,6 м, знизу – 1 м. Для створення розширеної основи було втрамбовано 22 м^3 щебеню.

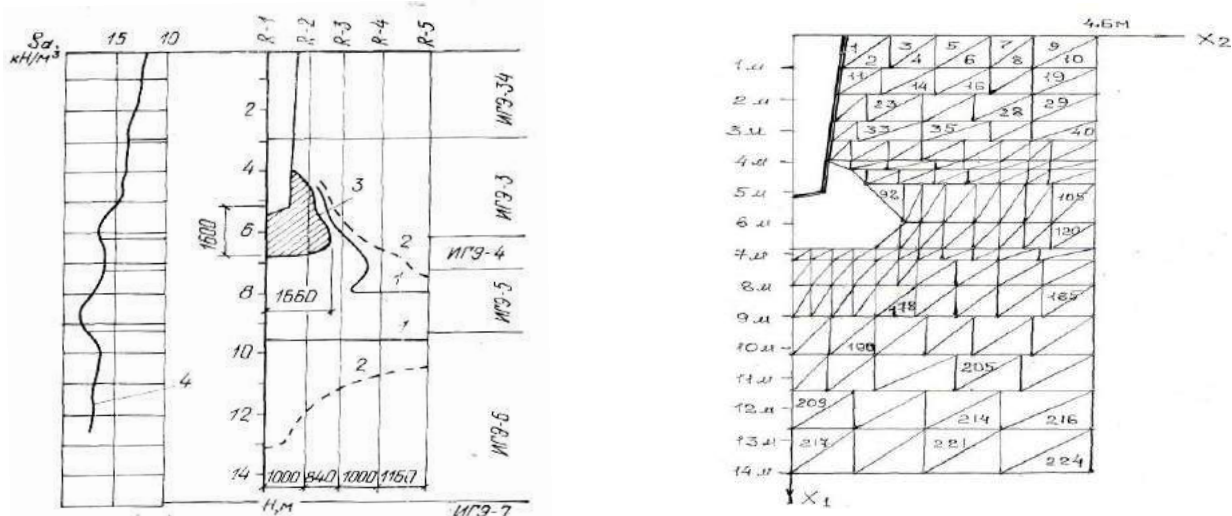


Рис. 1,а – Результати радіоізотопних досліджень ґрунтів котловану; 1,б – схема дискретизації активної зони

Зміну характеристик ρ, ρ_d, w, E після підготовки свердловини та втрамбування 22 м³ щебеню виконано [1] радіоізотопними дослідженнями – вибуруванням радіометричних свердловин через 50 см, рис. 1,а. Після радіоізотопних досліджень по осі котлованів виконувались шурфи і траншеї для лабораторного визначення c, φ, E . Ущільнена активна зона, в якій виникають деформації ґрунту при навантаженні палі дескретизувалась 224 трикутними осередками, рис. 1,б.

В розрахунку фактор доущільнення ґрунту урахується використанням дилатансійної теорії Ніколаєвського В. М. – Бойка І. П. [3,4]. Математичною моделлю поведінки ґрунтової основи під навантаженням є інтегральне розрахункове рівняння (1) МГЕ:

$$C_{ij}(\xi)u_j(\xi) + \int p_{ij}^*(\xi, x)u_j(x)d\Gamma(x) = \int u_{ij}^*(\xi, x)p_j(x)d\Gamma(x), \quad (1)$$

Математична модель ґрунту в роботі формувалась в рамках неасоційованого закону пластичної течії. Результати розрахунку подано на рис 2.

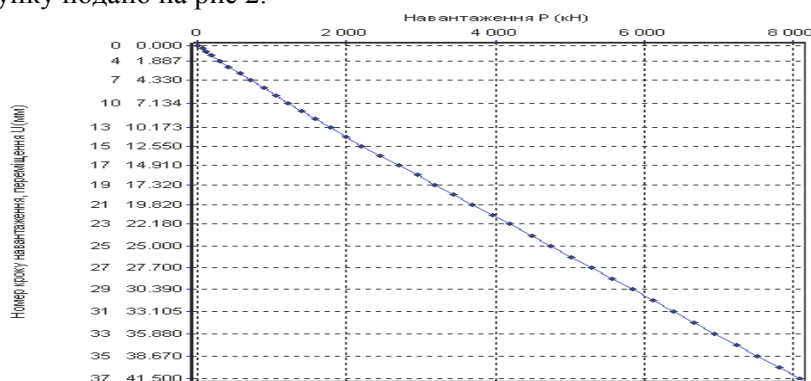


Рис.2. Графік залежності навантаження – осідання

1. Числовий експеримент підтвердив лінійний характер залежності осідання від навантаження, рис. 2. Згідно даних експерименту [1], при $s=4$ см, $P=8070$ кН. При фактичній лінійній залежності $P-s$.

2. На рис. 2 «зриву» палі не спостерігається, тобто несуча спроможність виштампованої палі в інтервалі навантажень $P = 2000-8000$ кН не вичерпується.

3. Із порівняння теоретичних і експериментальних кривих «навантаження – осідання» можна заключить, що запропонована модель задовільно описує динаміку процесу деформування.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Константиновский Д.И. Совершенствование способа устройства фундаментов в вытрамбованных котлованах под крупные промышленные сооружения / Д.И. Константиновский, Е.В. Третьяков. – М. : Издательство литературы по строительству. ОФМГ №6 – 1987, с 18-20.
2. Бреббия К. Методы граничных элементов / К. Бреббия, Ж. Теллес, Л. Вроубел. – М. : Мир. 1987. – 525 с.
3. Бойко І.П. Напружено-деформований стан ґрунтового масиву при побудові нових фундаментів поблизу існуючих будинків / І.П. Бойко, О. В. Сахаров // Основи і фундаменти: Міжвідомчий науково - технічний збірник. – К. : КНУБА.- 2004. – Вип. 28. – С. 3-10.
4. Николаевский В.Н. Современные проблемы механики грунтов / В.Н. Николаевский // Определяющие законы механики грунтов. – М. : Стройиздат. 1975. – С. 210-227.
5. Моргун А.С. Нелінійні проблеми механіки ґрунтів / А.С. Моргун. – Вінниця; ВНТУ, 2016. – 122с.

Моргун Алла Серафимівна – д-р техн. наук, професор, завідувач кафедри будівництва, міського господарства та архітектури, Вінницький національний технічний університет, м. Вінниця, e-mail: alla@morgun.com.ua;

Плясовиця Віталій Юрійович – здобувач, факультет будівництва, теплоенергетики та газопостачання, Вінницький національний технічний університет.

Morgun Alla S. – Dr. Sc., Professor, Head of the Department of Construction, Architecture and Municipal Economy, Vinnytsia National Technical University. Vinnitsa, e-mail: alla@morgun.com.ua;

Plyasovytsya Vitaliy Y. – applicant, Department of construction, heating and gas, Vinnytsia National Technical University.

ПРУЖНО-ПЛАСТИЧНІ АСПЕКТИ ДОСЛІДЖЕННЯ НДС КРУГЛИХ В ПЛАНІ ФУНДАМЕНТІВ ЗА МЕТОДОМ ГРАНИЧНИХ ЕЛЕМЕНТІВ

Вінницький національний технічний університет

Анотація. Розглянуто питання необхідності врахування підвищувального коефіцієнта до модуля деформацій ґрунту, отриманого на базі компресійних досліджень для лесових замкнених ґрунтів. Для визначення достовірності двох підходів проведено розрахунки за числовим методом граничних елементів (МГЕ) з використанням пружно-пластичної моделі осідань фундаментів силосів зерносховищ. Результати числових досліджень порівняно з розрахунком за методом скінчених елементів та експериментом.

Ключові слова: лесові ґрунти, напружено-деформований стан, метод граничних елементів.

Abstract. The need for taking into account up factor to the module ground deformations obtained on the basis of compression research for wet loess soils are considered in the report. To determine the reliability of the two approaches to determine the module ground deformations were calculated according to the numerical boundary element method using the elastic plastic model subsidence of grain silos foundations. Numerical research results are compared with the calculation according to the finite element method and the experiment.

Keywords: loessial soil, stress-strain state, method of boundary elements.

Оцінка міцності і деформативності ґрунтів диктується вимогами інженерної практики. В існуючих нормативних документах до модулів деформацій ґрунтів E , отриманих на базі компресійних досліджень, вводиться підвищувальний коефіцієнт m_k , який змінюється від 2 до 6 в залежності виду ґрунту та коефіцієнта пористості ґрунту e .

Підсумки тривалих геодезичних спостережень за осіданнями будівель на слабких ($E < 5$ МПа) лесоподібних замкнених ґрунтах вказують на те, що застосування підвищувальних коефіцієнтів m_k до таких ґрунтів є некоректним [1]. В роботі розглянуто актуальне питання визначення осідань споруд на лесових деградованих ґрунтах, подано результати моделювання за числовим МГЕ осідань металічних силосних корпусів (трьох типів: на 62300 кН; 38180 кН; 23700 кН зерна) циліндричної форми на слабких водонасичених лесоподібних супісках та суглинках потужністю біля 8 м [1]. Фундаменти – монолітні залізобетонні плити, діаметр поперечного перерізу 23,5 м; 18,4 м; 15,5 м на природній основі при глибині закладення 2,2 м.

Для описання складних та різноманітних процесів в ґрунтах вибір розрахункової моделі набуває визначального значення. В роботі використано модель пружно-пластичного середовища як таку, що найбільш точно характеризує нелінійні закономірності деформування ґрунту та дає можливість описати НДС ґрунту на всьому діапазоні зміни навантаження (рис.1).

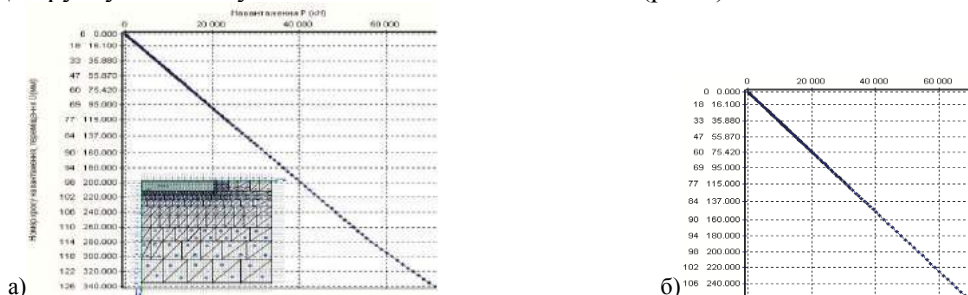


Рис. 1. Схема дискретизації активної зони навколо фундаментної плити та отримані за МГЕ графіки залежності «навантаження-осідання» металевих силосних корпусів діаметром 23,5 м: а) – при застосуванні підвищувального коефіцієнта m_k до модуля деформацій ґрунту E та б) – без нього

Пружна частина роботи ґрунту описується моделлю суцільного середовища, яка дозволяє використовувати апарат вищої математики неперервних функцій та залучати наявні рішення теорії пружності.

Рівняння стану, що використано в розрахунку, отримано К. Бреббія [2] при реалізації числового методу граничних елементів.

$$\left. \begin{aligned} \sigma_{ij,j} + b_j &= 0 \\ \varepsilon_{ij} &= \frac{1}{2}(u_{i,j} + u_{j,i}) \\ \sigma_{ij} &= C_{ijkl} \varepsilon_{kl} \end{aligned} \right\} \Rightarrow C_{ij}(\xi)u_j(\xi) + \int_{\Gamma} p_{ij}^*(\xi, x)u_j(x)d\Gamma(x) = \int_{\Gamma} u_{ij}^*(\xi, x)p_j(x)d\Gamma(x), \quad (1)$$

Для описання непружної частини деформацій ґрунту в якості фізичних рівнянь прийнято теорію пластичної течії, яка використовує окреме описання пружних і пластичних деформацій, а саме, неасоційований закон пластичної течії:

$$d\varepsilon_{ij}^P = \frac{\partial E}{\partial \sigma_{ij}}, F \neq f, \quad (2)$$

В якості критерій міцності взято октаедричну теорію Мізеса-Шлейхера-Боткіна.

Результати порівняння осідань основ фундаментів зерноскосищ за числовими методами МГЕ та МСЕ подано в таблиці 1.

Таблиця 1. Порівняння осідань фундаментів зерноскосищ

Діаметр силосу	Вага силосу	Осідання заповнених зерном силосів (мм)			
		за МГЕ		за МСЕ [1]	
		без урахування m_k	з урахуванням m_k	без урахування m_k	з урахуванням m_k
d=23,5 м	62300 кН	309 мм	236 мм	315 мм	231 мм
d=18,4 м	38180 кН	305 мм	198 мм	297 мм	185 мм
d=15,5 м	23700 кН	231 мм	127 мм	237 мм	126 мм

Дані числового моделювання за МГЕ та МСЕ добре корелюються та підтверджують той факт, що при розрахунках осідань замочених лесоподібних ґрунтів застосування підвищувальних коефіцієнтів m_k до результатів компресійних досліджень модуля деформацій ґрунту E не в повній мірі відображає реальну поведінку цих ґрунтів під навантаженням та приводить до занижених значень осідань споруд, що і підтверджується даними експериментальних досліджень [1]. Згідно даних спостережень за осіданнями зерноскосищ після їх повного завантаження вже за перший рік експлуатації силосів зафіксовано розвиток осідань до 24...29 см [1]. Таким чином, при розрахунках лесових замочених ґрунтів більш доцільним є неврахування m_k до модуля деформацій E .

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Червинський Я.Й. Дослідження технічного стану будівель та споруд при небезпечних геологічних процесах / Я.Й. Червинський, О.О. Петраков, М.Л. Зоценко, Ю.Л. Винников, В.А. Титаренко, В.Д. Шумінський, С.В. Степанчук, А.М. Дворник, Я.І. Домбровський // «Наука та будівництво». – К. : ДП НДІБК, 2014. – С. 17-24.
2. Бреббія К. Методи граничних елементів / К. Бреббія, Ж. Теллес, Л. Вроубел. – М. : Мир, 1987. – 525 с.
3. Моргун А.С. Нелінійні проблеми механіки ґрунтів / А.С. Моргун. – Вінниця, ВНТУ, 2016. – 122 с.

Моргун Алла Серафимівна – д-р техн. наук, професор, завідувач кафедри будівництва, міського господарства та архітектури, Вінницький національний технічний університет, м. Вінниця, e-mail: alla@morgun.com.ua;

Плясовиця Віталій Юрійович – здобувач, факультет будівництва, теплоенергетики та газопостачання, Вінницький національний технічний університет;

Малачковська Роксолана Ігорівна – аспірант, факультет будівництва, теплоенергетики та газопостачання, Вінницький національний технічний університет.

Morgun Alla S. – Dr. Sc., Professor, Head of the Department of Construction, Architecture and Municipal Economy, Vinnytsia National Technical University. Vinnitsa, e-mail: alla@morgun.com.ua;

Plyasovytsya Vitaliy Y. – applicant, Department of construction, heating and gas, Vinnytsia National Technical University;

Malachkovska Roksolana I. – post-graduate, Department of construction, heating and gas, Vinnytsia National Technical University.

Сірик І.В., наук. кер. к.т.н. Маєвська І.В.
Дерманський В.А., наук. кер. к.т.н. Блащук Н.В.

СТУПІНЬ РЕАЛІЗАЦІЇ НЕСУЧОЇ ЗДАТНОСТІ ПАЛІ ПО ГРУНТУ В СКЛАДІ СТРІЧКОВОГО ПАЛЬОВОГО ФУНДАМЕНТУ

Вінницький національний технічний університет

Анотація

Представлені програма та методики модельних експериментальних досліджень сумісної роботи стрічкового ростверку і паль в складі пальового фундаменту. Запропоновані пристрої для вимірювання зусиль в палях.

Ключові слова: стрічковий фундамент, ростверк, паля, модель, ґрунтова основа, лоток, навантаження, деформації, напруження.

Abstract

The given program and techniques of model experimental investigations of the tape grillage and piles common work, which act as a part of a pile foundation. The devices for metering the pile forces have been suggested.

Keywords: tape foundation, grillage, pile, model, soil base, tray, load, deformation, tension.

В діючих нормах досі немає методики визначення несучої здатності низьких ростверків в роботі з палями [1]. Хоча відомо, що при цьому несуча здатність палі зменшується, оскільки в ній з'являються виривні зусилля, а ростверк, в свою чергу, сприймає частину навантажень [2]. Тому пропонується розробити фізичну модель та провести модельні експериментальні дослідження сумісної роботи стрічкового фундаменту у взаємодії з палями.

Метою досліджень є вирішення питання сприйняття та перерозподілу навантажень на фундамент між низьким ростверком та палями.

Програма та методика модельних експериментальних досліджень сумісної роботи стрічкового ростверку і паль в складі пальового фундаменту

Фізичне моделювання роботи пальових фундаментів на маломасштабних моделях є найбільш доступним і, як показує досвід, дозволяє одержувати достатньо достовірну якісну картину поведінки пальових фундаментів під навантаженням. Перевагою його є можливість багаторазового повторення та широкого варіювання розмірами і розміщенням паль.

В даній роботі заплановано провести фізичне моделювання роботи стрічкового фундаменту із забивними палями у лотку розмірами 1800×1200×1000 мм. В якості ґрунту заплановано використовувати пісок середньої крупності.

Аналізуючи розміри лотка, для збереження непорушної картини напруженого стану в ґрунтовій основі, навколо проектного фундаменту, а також параметри опорної рами для передачі навантаження, обрано масштаб моделювання 1:15. Планується використовувати моделі паль з дерева квадратного перерізу 20×20 мм, довжиною 200, 300, 400 мм, а в якості проектного фундаменту – металеві жорсткі ростверки.

В процесі досліджень будуть замірятись деформації і навантаження на кожну палю. На модель фундаменту буде прикладатись навантаження, величина якого буде контролюватись динамометром або манометром (у випадку використання гідравлічних домкратів). Переміщення паль буде визначатись за допомогою прогиномірів, а для визначення навантаження, що приходить на кожну палю, використовуватимуться спеціальні наголовники у вигляді відрізків двотаврів.

Виготовлення наголовників планується у такій послідовності:

- 1) Спочатку проводиться розрахунок розмірів металевих двотаврів для забезпечення необхідної чутливості;
- 2) На двотаврах приклеюються по два тензометричні датчики;
- 3) В тензометричного датчика є по два дротики: один дрітик з'єднується з іншим дротиком тензометричного датчика, а до іншого припаюється дріт, який пізніше приєднується до приладу

ИДЦ-1 (числовий вимірювач деформацій). Після цього металевий двотавр ізолюємо від контакту з дротиками тензометричних датчиків;

4) Після того, як всі наголовники готові, їх з'єднують між собою і підключають до ИДЦ-1;

5) Для використання у досліді проводяться тарювання наголовників.

Модель являє собою жорстку металеву плиту з отворами, що розміщені на відстані $3d$ і $6d$, із пристроями для закріплення паль в ростверку.

Заплановано використати три серії дослідів при різному кроці паль у ростверку. В таблиці 1 наведено програму модельних випробувань.

Таблиця 1 – Програма модельних випробувань

Група дослідів	Крок паль у повздовжньому напрямку (a)	Відстань між рядами паль (b)	Довжина паль, мм
1	$3d$	$7d$	200
			300
			400
2	$6d$	$7d$	200
			300
			400

Для передачі і розподілення навантаження на плиту ростверку зверху встановлюється жорстка балка.

Всі модельні випробування проводитимуться з наступною послідовністю:

1) Пошарове вкладання піску в лоток ($\delta = 15$ см) з ущільненням кожного шару і контролем отриманої щільності згідно з ДСТУ;

2) Занурення паль разом із тензометричними наголовниками у відповідності із прийнятою послідовністю та встановлення ростверку в лотку із завантаження для моделювання роботи;

3) Закріплення паль у фундаменті-ростверку для забезпечення їх сумісної роботи;

4) Передача статичного навантаження на пальовий фундамент ступенями з витримкою кожного ступеня до умовної стабілізації деформацій (не більше 0,25 мм за 15 хв. спостережень) до досягнення навантаженням граничного значення.

Для передачі і вимірювання навантаження використовуються відповідно автомобільний домкрат і динамометр, які розраховані на навантаження 5 т. В якості опорної системи для домкрата використовуватиметься металева рама.

Для оцінки роботи окремої палі у складі проектного фундаменту планується виконання фізичного моделювання поодиноких паль довжиною 20, 30, 40 см.

Палі в ґрунтовій основі розміщуватиметься на відстані не менше $12d$ від стінок лотка. При випробуванні окремої палі наголовники з датчиками опору не використовуватимуться, а навантаження на палю передаватиметься за допомогою важільного пристосування, що кріпиться до стінки лотка. Співвідношення плечей важеля для різних паль в залежності від їх розміщення в лотку знаходиться в межах від 1:6 до 1:6,35.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Основи та фундаменти будівель та споруд. Основні положення проектування : ДБН В.2.1-10-2009. Зі змінами 1 та 2 – [Чинні від 2011-07-01]. – К.: Мінрегіонбуд України, 2011 – 161 с. – (Державні будівельні норми України).

2. Маєвська І. В. Результати модельних досліджень стрічкових фундаментів мілкового закладання, що підсилюються палями / І. В. Маєвська, Н. В. Блашук // Сучасні технології, матеріали і конструкції в будівництві. – Вінниця: УНІВЕРСМ-Вінниця. – 2009. – №2(7). – С.64–69.

Сірик Ігор Вікторович – магістрант, група Б-16мі, факультет будівництва, теплоенергетики та газопостачання, Вінницький національний технічний університет, Вінниця, e-mail: sirykigor33@mail.ru.

Науковий керівник: **Маєвська Ірина Вікторівна** — канд. техн. наук, Вінницький національний технічний університет, Вінниця.

Дерманський Вадим Анатолійович – магістрант, група Б-16мі, факультет будівництва, теплоенергетики та газопостачання, Вінницький національний технічний університет, Вінниця.

Науковий керівник: **Блашук Наталія Вікторівна** – канд. техн. наук, Вінницький національний технічний університет, Вінниця.

Ihor V. Siryk – Department of Building Heating and Gas Supply, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia, e-mail: sirykigor33@mail.ru.

Supervisor: **Irina V. Maevska** – Ph. D. (Eng.), Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia.

Vadim A. Dermansky – Department of Building Heating and Gas Supply, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia.

Supervisor: **Natalia V. Blashchuk** – Ph. D. (Eng.), Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia.

МОДЕЛЮВАННЯ РОБОТИ БУРОВОЇ ПАЛІ ПІД НАВАНТАЖЕННЯМ В РІЗНИХ ГРУНТОВИХ УМОВАХ

Вінницький національний технічний університет;

Анотація

Виконано чисельне моделювання методом скінченних елементів бурової палі в піщаних ґрунтах. Побудовано графіки залежності та проаналізовано вплив коефіцієнта пористості піщаних ґрунтів на несучу здатність бурової палі.

Ключові слова: паля, коефіцієнт пористості, напружено-деформований стан.

Abstract

A numerical simulation by finite element method of drilling piles in sandy soils. Constructed plots and the influence factor of soil porosity sand on the carrying capacity of the drilling piles.

Keywords: pile, voids ratio, mode of deformation.

Вступ

Грунтові умови є одним із головних чинників при виборі фундаменту конструкцій. Фундаменти із бурових паль передбачають у тих випадках, коли потрібна міцна та надійна основа. Вид ґрунту впливає на роботу фундаменту. Чинними нормами не враховано, як змінюється несуча здатність паль в залежності від коефіцієнта пористості ґрунту [1]. Аналіз дослідних даних доводить, що така залежність є [2]. Метою даної роботи є визначення впливу коефіцієнта пористості на несучу здатність бурових паль у піщаних ґрунтах.

Результати дослідження

При вирішенні поставленої задачі використовувався геотехнічний програмний комплекс «Plaxis 3D Foundation», за допомогою якого отримали значення осідань та визначили напружено-деформований стан бурової палі. При моделюванні використовувались 14 видів піщаних ґрунтів з наступними фізико-механічними характеристиками: 1) крупні піски $e = 0,45$; $c = 2$ кПа; $\varphi = 43^\circ$; $E = 50$ МПа; 2) крупні піски $e = 0,55$; $c = 1$ кПа; $\varphi = 40^\circ$; $E = 40$ МПа; 3) крупні піски $e = 0,65$; $c = 0$ кПа; $\varphi = 38^\circ$; $E = 30$ МПа; 4) піски середньої крупності $e = 0,45$; $c = 3$ кПа; $\varphi = 40^\circ$; $E = 50$ МПа; 5) піски середньої крупності $e = 0,55$; $c = 2$ кПа; $\varphi = 38^\circ$; $E = 40$ МПа; 6) піски середньої крупності $e = 0,65$; $c = 1$ кПа; $\varphi = 35^\circ$; $E = 30$ МПа; 7) мілкі піски $e = 0,45$; $c = 6$ кПа; $\varphi = 38^\circ$; $E = 48$ МПа; 8) мілкі піски $e = 0,55$; $c = 4$ кПа; $\varphi = 36^\circ$; $E = 38$ МПа; 9) мілкі піски $e = 0,65$; $c = 2$ кПа; $\varphi = 32^\circ$; $E = 28$ МПа; 10) мілкі піски $e = 0,75$; $c = 0$ кПа; $\varphi = 28^\circ$; $E = 18$ МПа; 11) пілуваті піски $e = 0,45$; $c = 8$ кПа; $\varphi = 36^\circ$; $E = 39$ МПа; 12) пілуваті піски $e = 0,55$; $c = 6$ кПа; $\varphi = 34^\circ$; $E = 28$ МПа; 13) пілуваті піски $e = 0,65$; $c = 4$ кПа; $\varphi = 30^\circ$; $E = 18$ МПа; 14) пілуваті піски $e = 0,75$; $c = 2$ кПа; $\varphi = 26^\circ$; $E = 11$ МПа. Несуча здатність бурової палі $\varnothing 0,5$ м та довжиною 10 м визначалась при загальній деформації 4 см.

Результати, отримані при чисельному моделюванні, показали, що при збільшенні коефіцієнта пористості несуча здатність бурової палі зменшується на 30-68%.

На рис. 1 показано залежність несучої здатності бурової палі від коефіцієнта пористості крупних пісків та пісків середньої крупності. З рис. 1 видно, що при збільшенні коефіцієнта пористості від $e=0,45$ до $e=0,65$, несуча здатність бурової палі зменшується на 30%-33%.

На рис. 2 наведено залежність несучої здатності бурової палі від коефіцієнта пористості мілких та пілуватих пісків.

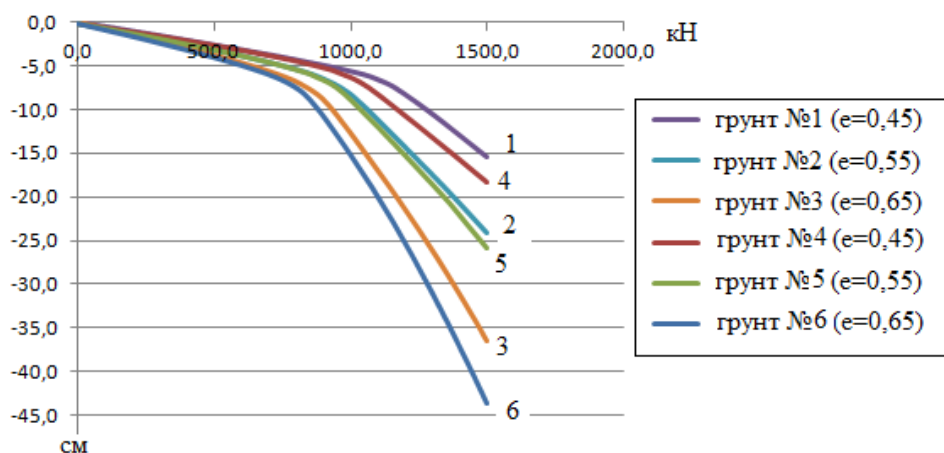


Рис.1. Залежність несучої здатності бурової палі від коефіцієнта пористості крупних пісків та пісків середньої крупності

Помітно, що несуча здатність бурової палі зменшується на 55%-68% при зростанні коефіцієнта пористості від $e=0,45$ до $e=0,75$.

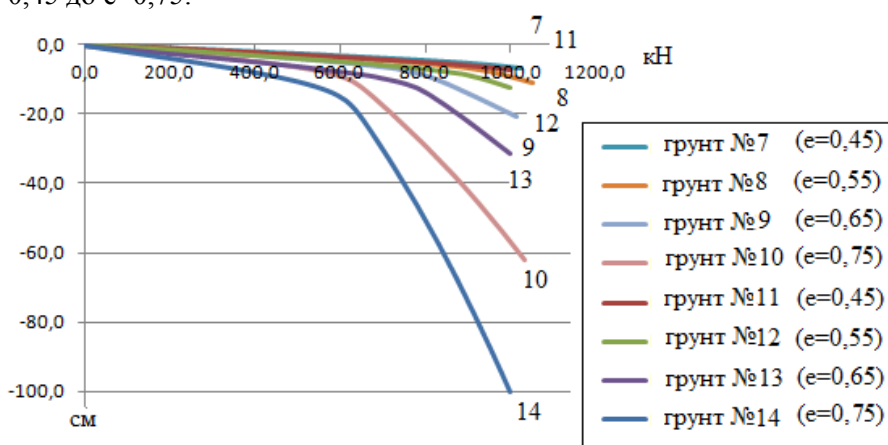


Рис.2. Залежність несучої здатності бурової палі від коефіцієнта пористості мілких та пилуватих пісків

Висновки

В результаті проведених випробувань, отримали залежність несучої здатності бурових паль від коефіцієнта пористості піщаних ґрунтів. При збільшенні коефіцієнта пористості від $e=0,45$ до $e=0,75$ несуча здатність бурової палі зменшується від 30-68%.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Основи та фундаменти будівель та споруд. Основні положення проектування: ДБН В.2.1-10-2009. Зміна 1 – [Чинні від 2011-07-01]. – К.: Мінрегіонбуд України, 2011 – 55 с. – (Державні будівельні норми України).

2. Маєвська І. В., Блащук Н. В., Романов С. В. Вдосконалення методики визначення несучої здатності бурових паль // „Будівельні конструкції”: Міжвідомчий науково-технічний збірник. – Вип. 83. – К.: НДІБК, 2016. – с. 616-625.

Анастасія Віталіївна Грушевська — магістрант гр.Б-16мі, факультет будівництва теплоенергетики та газопостачання, Вінницький національний технічний університет;

Науковий керівник: **Ірина Вікторівна Маєвська** — канд. техн. наук, доцент кафедри будівництва, міського господарства та архітектури, Вінницький національний технічний університет, м. Вінниця.

Anastasia V. Hrushevsky - Master hr.B-16mi, Department of construction of thermal power and gas, Vinnytsia National Technical University;

Supervisor **Irina V. Majewska** - candidate. Sc., assistant professor of department of construction, architecture and municipal economy, Vinnytsia National Technical University. Vinnitsa.

ОПТИМІЗАЦІЯ РОЗМІРІВ СТРІЧКОВИХ ФУНДАМЕНТІВ ЗА РЕЗУЛЬТАТАМИ ВРАХУВАННЯ ПІДДАТЛИВОСТІ ОСНОВИ

¹ Вінницький національний технічний університет;

Анотація

Виконаний аналіз впливу піддатливості основи та просторової жорсткості надфундаментних конструкцій на перерозподіл навантажень між стрічковими фундаментами крайніх та внутрішніх несучих стін десяти поверхової будівлі зі стіною конструктивною схемою, який дозволяє оцінити коректність розрахунку фундаментів таких будівель при визначенні навантажень за вантажними площами без врахування піддатливості основи.

Ключові слова: піддатлива основа, стрічкові фундаменти, перерозподіл навантажень, жорсткість.

Annotation

The analysis of the impact of compliance framework and spatial rigidity of the foundation structures on the redistribution of loads between strip foundations outer and inner bearing walls ten storey building with a wall design schemes which to evaluate the correctness of calculation Fung-damentiv such buildings when determining loads on cargo areas without compliance basics.

Keywords: pliable base, tape foundations, redistribution of loads, stiffness.

Вступ

При проектуванні стрічкових фундаментів під будівлі підвищеної поверховості масової забудови розрахунок необхідних розмірів фундаментів проводиться, як правило, без комп'ютерного моделювання основи будівлі. Навантаження на фундаменти визначається за статичною схемою за вантажними площами, а піддатливість основи не враховується взагалі. Оскільки в такому випадку на внутрішню несучу стіну припадає більш значне вертикальне навантаження, ніж на зовнішню несучу стіну, то під внутрішню несучу стіну влаштовується фундамент більшої площі [1].

Відомо, що конструкція будівлі при роботі перерозподіляє навантаження, і на піддатливій основі може виникнути недонавантаження внутрішнього стрічкового фундаменту, а зовнішній стрічковий фундамент буде перенавантажений [2]. В сучасних умовах, коли проектувальники, виходячи з економії матеріалів, прагнуть вести проектування з мінімальними запасами міцності, при такому проектуванні виникає небезпека виникнення тріщин в стінах.

В роботі поставлена задача розробити аналітичну розрахункову модель 10-ти поверхової стінової будівлі гуртожитку, що має прямокутну форму в плані, за допомогою ПК ЛИРА-САПР та на її основі виконати порівняльний розрахунок даної будівлі на піддатливій та непіддатливій основі. Метою роботи є кількісний аналіз зміни навантажень на внутрішні та зовнішні стіни внаслідок перерозподілу навантажень внаслідок піддатливості основи.

Результати дослідження

Для вирішення поставленого завдання шляхом чисельного моделювання в програмному комплексі ЛИРА-САПР було розроблено модель 10-ти поверхового гуртожитку, до якої були прикладені навантаження від зовнішніх впливів. Також було законструйовано модель стрічкового фундаменту під дану будівлю і задано їй показники роботи як на піддатливій основі, та в другому випадку як робота на непіддатливій основі.

При чисельному моделюванні були прийняті наступні передумови і параметри:

- конструктивна схема будівлі стінова, монолітна;
- поверховість 10 повних поверхів висотою 3 (м) кожен, безпідвальна;

- товщина несучих стін 500 (мм), перекриття товщиною 180 (мм);
- в плані розміри будівлі мають 12х30 (м);
- розрахункове навантаження на фундамент внутрішньої несучої стіни при ручному розрахунку за вантажними площами становить $N=738,16$ (кН);
- розрахункове навантаження на фундамент зовнішньої несучої стіни становить $N=449,52$ (кН);
- будівля проектується в м. Вінниця;
- в якості експерименту приймаємо ґрунт однорідний на всю товщину, фізико-механічні характеристики якого наведені в табл. 1;

Таблиця 1 – Фізико-механічні характеристики ґрунту

Найменування ґрунту, потужність	γ , кН/м	I_L	e	ϕ , °С	C , кПа	ν	E , МПа	R_0 , кПа
Суглинок 15 (м)	18,0	0,4	0,7	22	22	0,35	19	250

За даними характеристиками ґрунту було попередньо підібрано розміри підшви фундаменту, що склали 2,6 (м) для внутрішньої стіни, та 1,6 (м) для зовнішньої стіни. Глибина залягання підшви фундаменту складає 1,5 (м).

Також для зручності порівняння розрахунку фундаменту на піддатливій та жорсткій основі, в програмному комплексі ЛИРА-САПР було створено дві аналітичні моделі будівлі до основ яких задавалися різні коефіцієнти жорсткості, що моделюють роботу піддатливої основи, та непіддатливої відповідно.

На модель будівлі в ПК ЛИРА-САПР були прикладені 6 наступних видів завантажень:

- 1 – Власна вага;
- 2 – Вага підлоги;
- 3 – Вага покрівлі;
- 4 – Вага перегородок;
- 5 – Корисне навантаження;
- 6 – Снігове навантаження.

Основа моделювалася за допомогою комплексного додатку «ГРУНТ» в якому було задано характеристики ґрунту відповідно до таблиці 1, характеристики ґрунту задавалися у формі скважин розподілених по ґрунтовому полю навколо фундаменту будівлі для одержання більш точного результату було запроєктовано 4 скважини. В подальшому ґрунтову основу було імпортовано та включено в роботу основного розрахунку ПК ЛИРА-САПР. За результатами розрахунку будівлі в ПК ЛИРА-САПР були отримані наступні матеріали розрахунку:

- Перерозподілені навантаження на центральну та крайні стіни;

Які для піддатливої основи склали 709,45 (кН) та 522,69 (кН) відповідно для центральної та крайньої стіни. Для непіддатливої основи 743,51 (кН) та 454,87 (кН) відповідно для центральної та крайньої стіни. Отже можна зробити висновок, що при роботі будівлі на піддатливій основі навантаження на центральні та крайні стіни перерозподіляться, а у випадку жорсткої основи майже не зміняться від того яке задавалося по вантажних площах, що свідчить про правильність виконання розрахункової моделі будівлі.

- Осідання для центральної та крайньої стіни в розрахунку піддатливої основи, що склали 7,7 (см) для центральної стіни, та 6,8 (см) для крайньої стіни, що знаходиться в межах допустимих нормативних осідань;

- Також для піддатливої та непіддатливої основи за мозаїками напружень по Z , було визначено максимальні напруження по R_z для центральних та крайніх стін. Мозаїки напружень по R_z для піддатливої основи наведені на рис. 1, а для непіддатливої основи наведені на рис. 2.

За даними (рис. 1-а) впливає, що максимальне напруження для внутрішньої стіни $R_z=142$ (кН/м²);

За даними (рис. 1-б) впливає, що максимальне напруження для зовнішньої стіни $R_z=120$ (кН/м²);

За даними (рис. 2-а) впливає, що максимальне напруження для внутрішньої стіни $R_z=180$ (кН/м²);

За даними (рис. 2-б) впливає, що максимальне напруження для зовнішньої стіни $R_z=165$ (кН/м²).

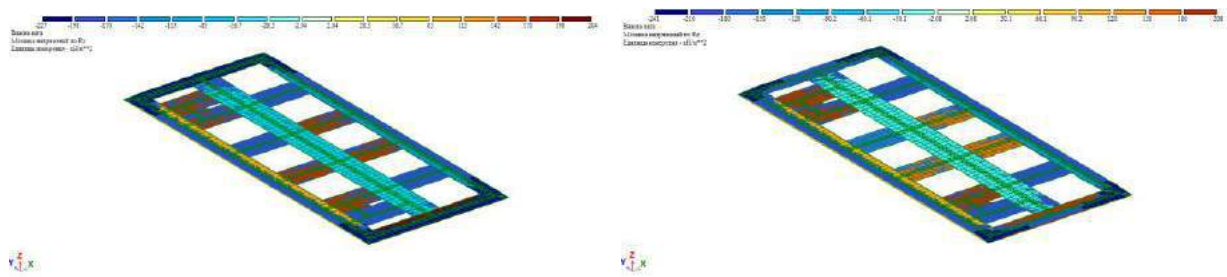


Рис. 1 – Мозаїки напружень по R_z для піддатливої основи;
а) – для внутрішньої стіни;
б) – для зовнішньої стіни.

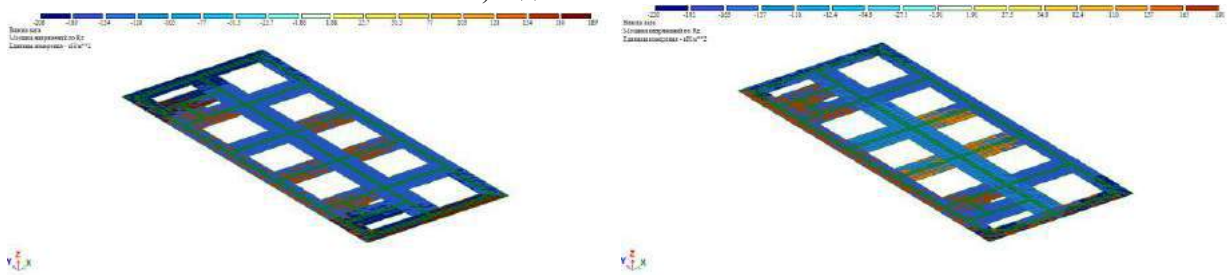


Рис. 2 – Мозаїки напружень по R_z для неїддатливої основи;
а) – для внутрішньої стіни;
б) – для зовнішньої стіни.

Також для піддатливої основи було перераховано розміри підшви фундаменту за отриманими із розрахунку ПК ЛИРА-САПР новими навантаженнями на центральну 709,45(кН) та крайню 522,69(кН) стіну, що склали 2,2 (м) для внутрішньої стіни та 1,8 (м) для зовнішньої стіни. За результатами розрахунку було проведено порівняння витрати бетону без врахування піддатливості та з врахуванням піддатливості. Результати порівняння наведені на рис. 3.

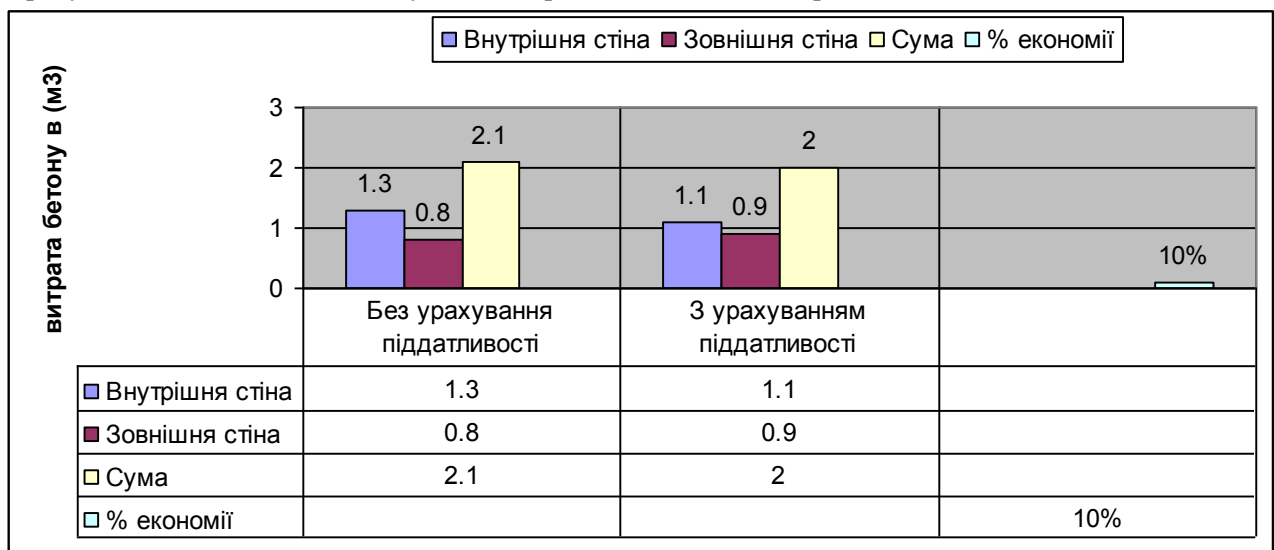


Рис. 3 – Результати порівняння витрати бетону на 1 мп. фундаменту

Висновки

Отже можна зробити висновок, що при підборі розмірів підшви стрічкового фундаменту слід враховувати піддатливість основи, оскільки вона певним чином впливає на перерозподіл навантажень у суцільній роботі на стрічковий фундамент. Даний аналітичний розрахунок показав, що робота фундаменту на піддатливій основі, веде до перенавантаження крайніх несучих стін і

недонавантаження внутрішніх несучих стін, що при експлуатації будинку може призвести до надмірних внутрішніх зусиль у несучих конструкціях. Також врахування піддатливості, дозволяє зменшити витрату бетону 1 мп. на 10%, що в подальшому зменшить загальну вартість влаштування такого фундаменту.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Основи та фундаменти будівель та споруд. Основні положення проектування: ДБН В.2.1-10-2009. Зміна 1 – [Чинні від 2011-07-01]. – К.: Мінрегіонбуд України, 2011 – 55 с. – (Державні будівельні норми України).
2. Малікова Т.А., Соломін В.Н. Розрахунок конструкцій на піддатливих основах / Малікова Т.А., Соломін В.Н. - М.: Стройіздат, 1984. - 679с.

Валентин Вікторович Пустовіт — студент групи Б-15м, факультет будівництва теплоенергетики та газопостачання, Вінницький національний технічний університет, Вінниця, e-mail: pustovit.valik@mail.ru;

Науковий керівник: **Ірина Вікторівна Масєвська** — канд. техн. наук, доцент кафедри промислового та цивільного будівництва, Вінницький національний технічний університет, м. Вінниця.

Valentin V. Pustovit - student of B-15m, department of power engineering and construction ha-zopostachannya, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia, e-mail: pustovit.valik@mail.ru;

Supervisor: **Irina V. Majewski** - candidate. Sc. , assistant professor of industrial and f-lnoho Engineering, Vinnytsia National Technical University. Vinnitsa.

ДОСЛІДЖЕННЯ ТЕХНОЛОГІЇ ВЛАШТУВАННЯ ЗБІРНО-МОНОЛІТНИХ ПАЛЬ РІЗНИХ КОНСТРУКЦІЙ

Вінницький національний технічний університет

Анотація

Розглянуто технологію влаштування збірно-монолітних палей. Проаналізовано методи і засоби влаштування. Запропоновано нову конструкцію палі і технологію її влаштування

Ключові слова: буронабивні палі, бокова поверхня, збірно-монолітні елементи, несуча здатність, свердловина

Abstract

Consider placing technology prefabricated monolithic piles. The methods and means of the device. The new design and technology of pile placement

Keywords: bored piles, lateral surface, precast-monolithic elements bearing capacity, well

Вступ

Відома класифікація палей залежно від матеріалу, конструкції і способів виготовлення, але збірно-монолітні палі не ввійшли в цей список через недостатню вивченість. Перевагами таких палей є поєднання кращих властивостей забивних і набивних палей. Для всіх видів набивних палей принципово загальною є основна технологічна схема: в ґрунті тим чи іншим методом влаштовують свердловину, яку потім заповнюють бетоном. При цьому підвищення несучої здатності палей в основному забезпечують збільшенням поперечного перерізу в нижній частині палей за рахунок розширення. Бокова поверхня палей часто використовується недостатньо. При використанні збірно-монолітних елементів краще контролюється форма конструкції палей та з'являється можливість скоротити час влаштування фундаментів.

Результати досліджень

Об'єктом дослідження були буронабивні палі і технологія їх влаштування. Досліди проводилися на моделях буронабивних палей в ґрунтовому лотку, заповненому пошарово штучно ущільненим піском середньої крупності. Моделі палей виконували дерев'яними з масштабом геометричної подібності 1:10.

Розглядалися дві конструкції збірно-монолітних палей, розроблені співробітниками кафедри БМГА [1]. Це паля, що сприймає вертикальне стискаюче навантаження і паля-анкер. Конструкція палей, являє стовбур, виконаний по висоті складеним з окремих рухомих елементів, які розташовані ярусами. Кожен ярус складається з двох рухомих елементів, зовнішні поверхні яких виконані по формі конуса обертання, твірна бічної поверхні якого розташована під кутом в межах від 45° до 60° до вісі обертання, а внутрішні - виконані плоскими з призматичним пазом, що в сукупності утворюють наскрізний отвір. Внутрішні поверхні рухомих елементів кожного ярусу розташовані на рівних відстанях по відношенню один до одного по всій довжині стовбура, а пази парних і непарних ярусів розташовані перпендикулярно один до одного.

Досліджувалася технологія влаштування, при якій спорудження фундаменту з описуваної конструкції палей здійснювалося в такий спосіб: збирали стовбур палей з окремих елементів, які звернені один до одного внутрішніми плоскими поверхнями і розташовані на рівних відстанях по відношенню один до одного по всій довжині стовбура, а пази парних і непарних ярусів розташовували перпендикулярно один до одного. Через наскрізний отвір між елементами пропускали тяж і скріплювали, використовуючи сили тертя, елементи палей в єдину конструкцію. Причому, при використанні палей під стискаюче

навантаження, елементи по ярусах розташовували більшою основою до голови палі, а при використанні палі як анкерної – елементи по ярусах палі розташовували меншою основою до голови палі.

У заздалегідь пробурену свердловину встановлювали стовбур палі у зібраному виді і виймали тяж, який з'єднував елементи між собою.

Наступним етапом було влаштування палі, шляхом розсування рухомих елементів палі, які занурюють в бокову поверхню стінок свердловини, додатково ущільнюючи ґрунт. Проводилося розсування шляхом занурення в наскрізний отвір інвентарної палі (металева труба квадратного профілю), яка мала поперечний переріз за формою призматичних пазів з розмірами перевищуючий наскрізний отвір між елементами. При цьому окремі елементи у парному і непарному ярусах розсовували відносно один одного, заглиблюючись зовнішніми бічними поверхнями у стінки ґрунту свердловини (рис. 1). Інвентарну палю витягали і заповнювали утворений простір між внутрішніми плоскими поверхнями і призматичними пазами твердіючою сумішшю.

При використанні палі в якості анкерної, перед заповненням простору твердіючою сумішшю, встановлювали тяж.

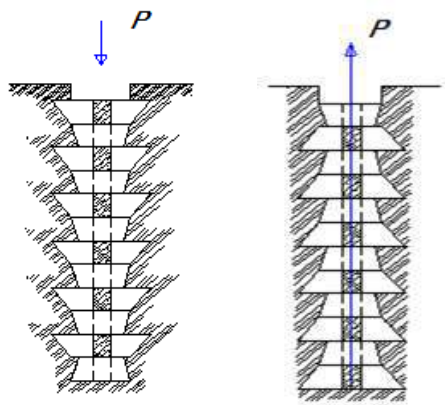


Рис.1 Збірно-монолітна палля

Випробування несучої здатності палі проводили по стандартній методиці.

Під час розсування інвентарною паллю рухомих елементів і занурення їх в стінки свердловини виникало тертя метал-бетон, яке, при вийманні інвентарної палі з сформованого ствола, піднімало верхній ярус з ґрунту основи. Було вирішено, при зануренні інвентарної палі і при її витяганні, до верхнього ярусу випробовуваної палі прикласти вертикальне привантаження, що забезпечило збереження конструкції палі.

Іншим шляхом вирішення цієї проблеми може стати використання спеціальної речовини для зменшення сил тертя між боковою поверхнею інвентарної палі та внутрішньою бетонною поверхнею рухомих елементів палі в процесі влаштування.

Висновки

Встановлено, що запропонована технологія влаштування збірно-монолітної палі, може бути покращена додатковим привантаженням верхньої частини палі в процесі влаштування чи використанням антифрикційних речовин, що збереже цілісність конструкції та дозволить зменшити час влаштування палі.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Спосіб влаштування пального фундаменту : пат. 88816 Україна : МПК E02C 5/00 / М. М. Попович, О. П. Машницький. – № 201300302 ; заявл. 09.01.2013 ; опублік. 10.04.2014, Бюл. № 7. – 2 с.).

Попович Микола Миколайович – к.т.н., доцент кафедри будівництва, міського господарства та архітектури, Вінницький національний технічний університет, Вінниця, email : popovychnick@gmail.com

Popovych Mykola - Cand. Sc. (Eng), assistant professor, Department of Construction, Architecture and Municipal Economy, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia, email : popovychnick@gmail.com

ДОСЛІДЖЕННЯ ТЕХНОЛОГІЇ ПРИГОТУВАННЯ ВАЖКОГО ЖОРСТКОГО БЕТОНУ

Вінницький національний технічний університет

Анотація розглянуто переваги важких жорстких бетонів, технологію приготування. Проаналізовано критерії вибору складових бетонної суміші. Наведено метод визначення складу важкого жорсткого бетону

Ключові слова: жорсткий бетон, склад бетонної суміші, густина, пористість, вібрація

Abstract the advantages of heavy rigid concrete technology preparation. Selection criteria analyzed components of the concrete mix. An method of determination of heavy hard concrete

Keywords: hard concrete, concrete mix composition, density, porosity, vibration

Вступ

Бетон це композитна суміш, властивості якої відрізняються від властивостей компонентів в її складі. Властивості самого бетону, залежать не тільки від компонентів, але і від способу їх організації. Суміші з малим вмістом води, які отримують рухливість лише при зовнішніх механічних впливах (наприклад, вібрації), отримали назву жорстких.

Важкі жорсткі бетони мають ряд переваг над звичайними бетонами, які дозволяють широко використовувати їх для виробництва бетонних і залізобетонних конструкцій. Це можливість швидкого розпалублення, зменшені терміни тужавлення, скорочення витрат цементу, покращені характеристики морозостійкості і водонепроникності та нагода отримання бетонів вищих марок. Власне, жорсткі і особливо жорсткі бетони використовуються там, де потрібно видалити з суміші всі зайві вclusions (як воду, так і повітря). А всі технології жорстких бетонних сумішей якраз і спрямовані на те щоб ущільнити бетон до максимальної об'ємної маси.

Результати досліджень

Жорстку бетонну суміш можна розглядати в статичному стані твердим тілом, а в динамічному (під впливом вібрації) рідиною. Під впливом вібрації ми укладаємо і ущільнюємо суміш, а потім знімаємо вібрацію і суміш стає здатною зберігати свою форму. При цьому ми використовуємо суміш з низьким вмістом води, що дає змогу краще ущільнювати бетон.

Визначення складу важкого бетону являється першим етапом, який визначає і технологію приготування і кінцевий результат – якість бетону. При правильно підібраній пропорції складових ми можемо отримати не тільки вироби з міцністю вищою за міцність цементу, а і економію цементу.

Відомий спосіб визначення складу важкого жорсткого бетону [1], який включає визначення істинної та середньої густини цементу, піску, щебеню та пористості щебеню в неущільненому стані з врахуванням якості заповнювачів та коефіцієнта розсування зерен і витрат води з врахуванням жорсткості бетонної суміші.

Визначення пористості щебеню відбувається в неущільненому стані при якому відбувається завищення показників пористості крупних заповнювачів для бетону. При використанні завищених показників пористості при визначенні складу важкого жорсткого бетону відбувається завищення долі піщано-цементного розчину на одиницю об'єму бетону. Це приводить до перевитрат цементу і підвищення собівартості бетонних виробів.

В наших дослідженнях при визначенні складу важкого жорсткого бетону, що включає визначення істинної та середньої густини цементу, піску, щебеню та пористості щебеню в неущільненому стані з врахуванням якості заповнювачів та коефіцієнта розсування зерен і витрат води з врахуванням жорсткості бетонної суміші, крупний заповнювач ущільнюють у спеціальній мірній посудині на вібростолі і використовують пористість щебеню, визначену в ущільненому стані.

Запропоновано метод визначення кількісного складу важкого жорсткого бетону включає:

- визначення середньої густини щебеню $\rho_{ш}$, кг/дм³, дійсної густини піску ρ_n , кг/дм³ та цементу ρ_c , кг/дм³;
- визначення насипної густини щебеню ρ_{ny} та його пористості V_{ny} в ущільненому стані відповідно до методики [2];
- визначення активності цементу R_c , МПа та водоцементного відношення, яке забезпечує отримання заданої міцності бетону f_{cm} , МПа при використанні цементу певної активності R_c .

Витрати щебеню визначають по формулі:

$$Ш = \frac{1000}{\frac{\alpha V_{ny}}{\rho_{ny}} + \frac{1}{\rho_c}},$$

де α - коефіцієнт розсування зерен щебеню, який визначається по табл. 1.

Таблиця 1. Коефіцієнт розсування зерен щебеню при їх найбільшій крупності, мм

10	20	40	80 (70)
1,28 - 1,42	1,18 - 1,3	1,1 - 1,2	1,05 - 1,2

Витрати цементу $Ц$, кг/м³, $П$, кг/м³ визначають вже за відомими витратами щебеню $Ш$, кг/м³, цементу $Ц$, кг/м³ та води $В$, л/м³.

Визначають розрахункову (проектну) середню густину бетону ρ_b , кг/м³ вже за відомими витратами щебеню ($Ш$), піску ($П$), води ($В$) за формулою:

$$\rho_b = Ш + П + Ц + В$$

Таблиця 2. Результати досліджень

Склад бетону	Витрати матеріалів					Густина бетону, кг/м ³
	$Ш$, кг/м ³	$П$, кг/м ³	$Ц$, кг/м ³	$В$, л/м ³	$С-З$, кг/м ³	
Стандарт	1274	483	516	160	-	2433
Стандарт з використанням суперпластифікатора	1225	643	413	128	3,3	2472
Власні дослідження	1389	420	484	150	-	2443
Власні дослідження з використанням суперпластифікатора	1389	581	387	120	3,1	2480

Висновки

Встановлено, що за рахунок використання дійсної пористості щебеню, яка визначається в ущільненому стані, досягається можливість зменшити долю піщано-цементного розчину в складі бетону та зменшити витрати цементу і знизити собівартість бетонних виробів.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Бетони. Правила підбору складу: ДСТУ Б.В.2.7-215:2009 [Чинний від 2010-09-01]. – К., Мінрегіонбуд України, 2010. - 14 с. – (Національний стандарт України).
2. Щебінь і гравій із щільних гірських порід і відходів промислового виробництва для будівельних робіт. Методи фізико-механічних випробувань: ДСТУ Б.В.2.7-71-98 [Чинний від 1999-01-01]. – К., Державний комітет будівництва, архітектури і житлової політики України, 1999. - 46 с. – (Державний стандарт України).

Попович Микола Миколайович – к.т.н., доцент кафедри будівництва, міського господарства та архітектури, Вінницький національний технічний університет, Вінниця, email : popovychnick@gmail.com

Герій Андрій Багданович – студент групи Б-15мс, факультет будівництва теплоенергетики та газопостачання, Вінницький національний технічний університет, Вінниця

Popovych Mykola - Cand. Sc. (Eng), assistant professor, Department of Construction, Architecture and Municipal Economy, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia, email : popovychnick@gmail.com

Gary Andriy - Department of Building Heating and Gas Supply, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia

РОБОТА РОСТВЕРКУ І ПАЛЬ У СКЛАДІ СТОВПЧАСТОГО ПАЛЬОВОГО ФУНДАМЕНТУ

Вінницький національний технічний університет;

Анотація

Виконано планування проведення фізичного моделювання роботи ростверку і паль у складі стовпчастого пальового фундаменту при різній довжині паль і різній відстані між ними.

Ключові слова: стовпчастий пальовий фундамент, ростверк, несуча здатність.

Abstract

Completed planning of physical modeling of grillage and piles consisting pier pile foundation piles with different length and different distances between them.

Keywords: columnar pile foundations, grillage, load-bearing capacity.

Вступ

Роботою ростверку і паль у складі стовпчастого пальового фундаменту та експериментальними дослідженнями займалися Яблочков В. Д., Сальніков Б. О., Знаменський В. В., Омельчак І.М. та інші [1–4].

Було проведено багато досліджень, які показали, що частину навантаження сприймає на себе ростверк, а частину – палі. Характер передачі навантаження на палі і ростверк залежить від конструктивних характеристик пальового стовпчастого фундаменту та ґрунтових умов.

Нормами [5], які діють на території України, рекомендовано врахування роботи ростверку для сприймання навантаження, але без яких небудь методик розрахунку чи рекомендацій.

Це і зумовлює актуальність даного дослідження, з метою встановлення закономірностей для визначення частини навантаження, яке сприймають палі і яке сприймає ростверк у стовпчастому пальовому фундаменті.

Результати дослідження

Дослідження роботи ростверку і паль у стовпчастому пальовому фундаменті здійснюємо за допомогою натурного маломасштабного моделювання фундаменту, який дозволяє отримати достовірну поведінку фундаменту при його завантаженні.

Дане випробування буде проводитись у лотку з піщаним ґрунтом середньої крупності розмірами 1800x1200x1000 мм. Вибираємо масштаб моделювання 1:15, виходячи з геометричних розмірів лотка з ґрунтовою основою. Використовуємо моделі паль з деревини поперечним перерізом 20x20 мм та довжиною 200, 300, 400 мм. В ролі ростверку будемо використовувати металеві бруски розмірами 170x170, 290x290, 410x410 мм, які дозволяють нам розмістити палі з кроками 3d, 5d та 7d. На рисунку 1 показано об'ємне зображення моделі пальового фундаменту при кроці паль 3d.

У таблиці 1 наведена програма фізичного випробування.

На дану модель стовпчастого пальового фундаменту буде прикладатись навантаження певної величини. Для визначення величини навантаження будемо використовувати динамометр або манометр. Значення переміщення паль будемо визначати за допомогою прогиномірів.

На рисунку 2 показані габаритні характеристики ростверків при кроках паль відповідно 3d, 5d, 7d.

Всі дані випробування будемо проводити в такій послідовності:

1. Вкладання ґрунтової основи з пошаровим ущільненням, товщина одного шару складає 15 см.

2. Встановлення ростверку у ґрунтову основу.
3. Занурення паль з тензометричними наголовниками.
4. З'єднання паль ростверком за допомогою спеціальних пристроїв для забезпечення сумісної роботи.
5. Навантажувати фундамент поступово з певною витримкою до стабілізації деформацій при певному значенні навантаження.

Таблиця 1. Програма фізичного випробовування

Модель фундаменту	Крок паль	Довжина паль
1 (170x170)	3d	200
		300
		400
2 (290x290)	5d	200
		300
		400
3 (410x410)	7d	200
		300
		400



Рис. 1 – Об'ємне зображення моделі пального фундаменту при кроці паль 3d

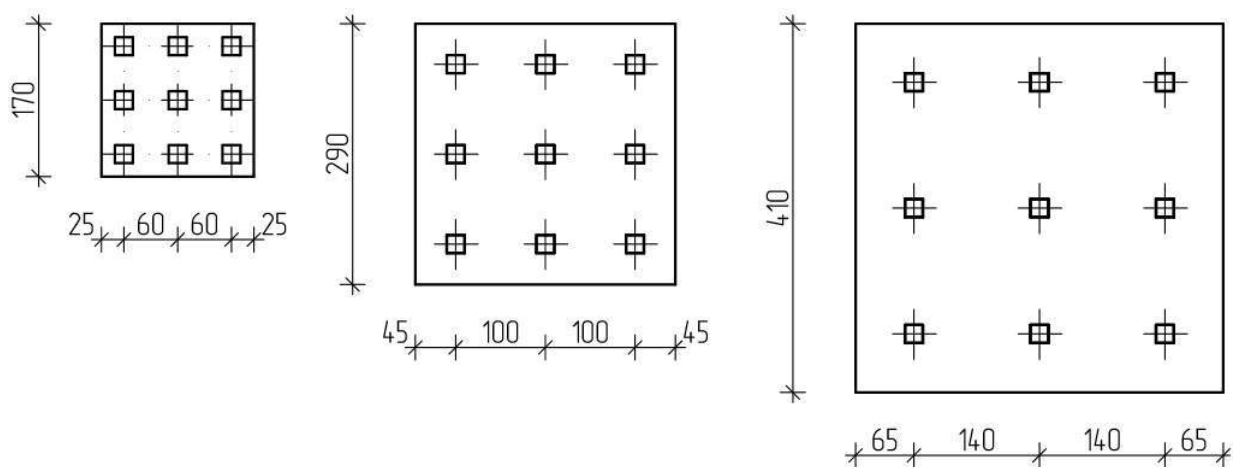


Рис. 2 – Габаритні характеристики ростверків при кроках паль 3d, 5d і 7d

Для передачі навантаження на фундамент застосовуємо автомобільний домкрат, для визначення – динамометр. В якості опори для домкратів використовуємо металеву раму.

Частка навантаження, що передається на ростверк, визначається як різниця навантаження, що передається на куш і суми зусиль, що сприймають палі (фіксується тензометричними датчиками).

Висновки

Для проведення дослідження підготовлено моделі пальових фундаментів. Проводиться вибір і тарування тензометричних датчиків. Очікуються результати.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Яблочков В. Д. К вопросу об учете работы низкого ростверка в расчетах свайных фундаментов на коротких забивных сваях / В. Д. Яблочков // Тр. Пермского политехнического института : - Пермь- 1964.-Вып. 16.-С. 87-98.
2. Знаменский В. В. Взаимодействие низкого ростверка со сваями / В. В. Знаменский, А. М. Рузаев, И. Н. Польшков // Вестник МГСУ. – М., 2008 – №2. – с. 48-51.
3. Рекомендации по расчету свайных фундаментов с несущими ростверками: Р 5.01.015.05 – [Срок действия: с 1.01.2006 г. по 1.01.2011г.]. – Минск: Научно-проектно-производственное республиканское унитарное предприятие «СТРОЙТЕХНОРМ», 2005. – 24с.
4. Маєвська І. В. Вплив виду ґрунту на сумісну роботу паль і ростверку в кушовому пальовому фундаменті / І. В. Маєвська, Н. В. Блащук, К. А. Чобанова // Сучасні технології, матеріали і конструкції в будівництві. – 2013. – №2(15). – С.40-47.
5. Основи та фундаменти споруд. Основні положення проектування: ДБН В.2.1-10:2009. – [Чинний від 2009-07-01]. – К.: Мінрегіонбуд України, 2009. – 104 с.

Малишев Олексій Михайлович — студент групи Б-16мі, факультет будівництва теплоенергетики та газопостачання, Вінницький національний технічний університет, Вінниця;

Цимбал Сергій Олександрович — студент групи Б-16мі, факультет будівництва теплоенергетики та газопостачання, Вінницький національний технічний університет, Вінниця;

Науковий керівник: **Маєвська Ірина Вікторівна** — канд. техн. наук, доцент кафедри промислового та цивільного будівництва, Вінницький національний технічний університет.

Науковий керівник: **Блащук Наталя Вікторівна** — канд. техн. наук, доцент кафедри промислового та цивільного будівництва, Вінницький національний технічний університет.

Oleksii M. Malyshev — Department of Building Heating and Gas Supply, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia.

Serhii O. Tsybal — Department of Building Heating and Gas Supply, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia.

Supervisor: **Irina V. Mayevska** — Cand. Sc. (Eng), Assistant Professor of Building Heating and Gas Supply, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia.

Supervisor: **Natalia V. Blashchuk** — Cand. Sc. (Eng), Assistant Professor of Building Heating and Gas Supply, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia.

Поверхні навантаження та криві текучості

Вінницький національний технічний університет

Анотація

Викладена інформація про застосування простору напруження та поверхні текучості як задачі вирішення сумісної роботи основ і фундаментів.

Ключові слова: напруження, простір, поверхні текучості, критерій руйнування, поверхня течії.

Abstract

Statement of the information of the ways of application space strain and surface fluidity as the way of solution tasks connected with the work both the basis and the foundation.

Keywords: tension, space, surface yield strength, fracture criterion, the surface flow.

Вступ

Розвиток будівельної галузі пов'язаний з впровадженням в будівельну практику нових технологій як прогнозного розрахунку. Будівля в процесі свого спорудження та існування знаходиться в постійному контакті та взаємодії з ґрунтовою основою. Тому в процесі будівництва споруди трансформується НДС основи, впливаючи в свою чергу на споруду, а споруда і основа виступають як єдина система.

Простір напружень визначається тим, що в якості міри відстані вздовж осей координат беруться величини напружень. В просторі головних напружень (простір Хей-Вестергарда) по осях координат відкладають головні значення тензора напружень. Кожна точка такого простору відповідає деякому напруженому стану.

В просторі напружень умова $f(\sigma_1, \sigma_2, \sigma_3) = C_Y$ визначає деяку поверхню, яку називають кривою текучості чи траєкторією руйнування (рис.1).

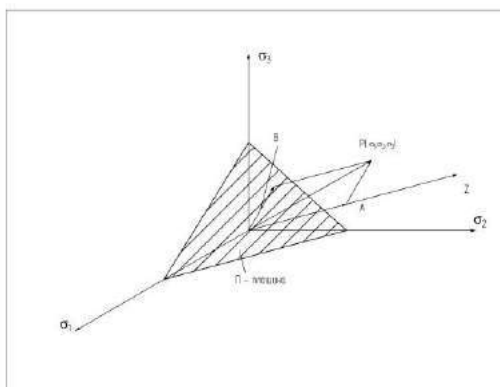


Рис.1. Простір напружень та Π-площина

В 1990 році Мор запропонував критерії текучості – математичний еквівалент поверхні руйнування ґрунту (для ґрунтів і твердих середовищ: бетон, гірські породи):

$$\tau_{\max} = F(\sigma_n).$$

Згідно з цим критерієм дотичні напруження в стані текучості є функцією нормального напруження σ_n , що діє в площині, яка розглядається.

Взаємозв'язок напружень в точці на довільній площині Мор запропонував подавати в графічній формі (круги напружень Мора). Оскільки довільний напружений стан можна подати кругами Мора в площині σ_n - τ , то для будь-якого круга, що повністю лежить всередині обвідної Мора, сполучення τ_n і σ_n буде відповідати стійкому стану. Критерій Мора не залежить від проміжного головного напруження σ_2 .

В умовах міцності Мора-Кулона не враховується вплив середнього головного напруження на міцність матеріалу. Цей недолік був врахований у роботі Друккера-Прагера, в якій умову міцності Мізеса була введена залежність від середнього головного напруження σ_2 . Поверхня текучості, що відповідає умові міцності Друккера-Прагера, і являє собою правильний конус відносно осі гідростатичного тиску.

В 1957 р. Друккер запропонував доповнити конічну поверхню моделі Друккера-Прагера еферичним ковпаком, який переміщується вздовж осі конуса.

Висновки

Теорії пластичного зміцнення дозволяють врахувати пластичні деформації в дограничному стані. Це відносно нові групи моделей, які базуються на концепції граничного стану ґрунту (КС-моделі). Вони засновані на закономірностях поведінки ґрунту при зсуві та зміні щільності ґрунту від початкового до критичного значень при тисках.

За рубежом є популярною модель пружно-пластичного середовища зі зміцненням. В її основі лежить концепція критичного стану та асоційований закон пластичної течії.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. А.С.Моргун, І.М. Меть, А.В. Ніцевич, “Моделирование эффекта взаимодействия системы “Будівля-фундамент-основа” за числовим методом граничних елементів” Вінниця, ВНТУ, 2010 - 40 с.

2. https://uk.wikipedia.org/wiki/Поверхня_плинності

Ігор Ігорович Шевченко – студент групи Б-14б, факультет будівництва теплоенергетики та газопостачання, Вінницький національний технічний університет, Вінниця.

Алла Серафимівна Моргун – науковий керівник, доктор технічних наук, професор, завідувач кафедри ПЦБ, Вінницький національний технічний університет, Вінниця.

Ihor Ihorovich Shevchenko – student B-14b, Department of Building Heating and Gas Supply, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia.

Alla Serafimovna Morgun – superviro, PhD, professor, head of department ICE, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia.

ДО АНАЛІЗУ ЕНЕРГЕТИЧНОЇ ЕФЕКТИВНОСТІ УТЕПЛЕННЯ БУДИНКІВ НА ПРИКЛАДІ МІСТ УКРАЇНИ ТА ЄВРОПИ

Вінницький національний технічний університет

Анотація

В тезах проаналізовано ефективність утеплення українських міст у порівнянні з європейськими за критерієм співвідношення величини градусо-днів опалювального періоду ГДОП до термічного опору R для стін, покриттів та перекриттів до, які приведено до однієї методики. Показано, що українські міста утеплені здебільшого гірше у порівнянні з європейськими містами, а саме для стін до 79%, для покриттів до 58%, для перекриттів до 94%.

Ключові слова: енергоносії, витрати на опалення, градусо-добы, термічний опір, ефективність.

Summary

The thesis analyzes the effectiveness of Ukrainian cities' insulation compared with European ones. By the comparative criteria there were taken the ratio of heating degree days HDD to thermal resistance (R -value) for walls, coverings and ceilings to which is calculated by one method. It is shown that Ukrainian city insulated mostly worse in comparison with European cities such as for walls up to 79%, for ceiling up to 58% for floors up to 94%.

Keywords: energy costs of heating, HDD, thermal resistance, efficiency.

Вступ

Стрімке підвищення тарифів на енергоносії, при левовій частці витрат на опалення, спонукає власника житла до ретельної термореновації існуючої забудови, забудовника – до врахування чинних норм по тепловій ізоляції огороджувачих конструкцій [1] при зведенні нової. Для України, за даними д.т.н. М. А. Саницького [2] частка тепла, яка витрачається на опалення житлових будинків складає майже три чверті від тепла, яке генерується при спалюванні палива (рис. 1).

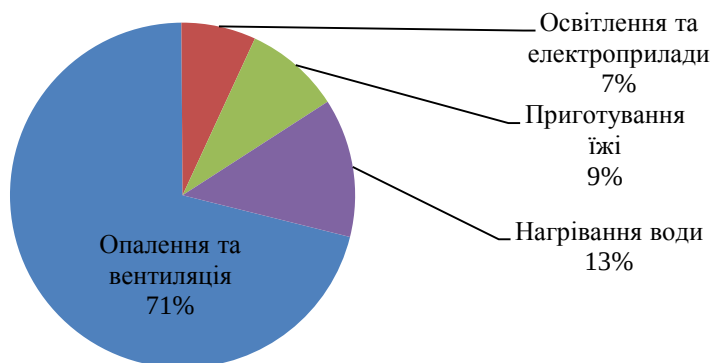


Рисунок 1 – Орієнтовний розподіл витрат тепла в житлових будинках

При цьому, як показує досвід розвинутих країн, сучасний технологічний потенціал дозволяє скоротити витрати на опалення більш ніж на третину, що створює значний резерв для енергозбереження.

В зв'язку з цим після нафтової кризи 70-их років минулого століття в світі, а останнім часом також і у нашій державі отримало новий погляд поряд з традиційними матеріалами для огорожуючих конструкцій стін – цеглою деревом та бетоном й будівництво з сучасних, енергоефективних будівельних матеріалів (арболіт, SIP-панелі, саман, а також солом'яні блоки), в тому числі із вторинної сировини [3].

Зважаючи на багатократне зростання цін на енергоносії для населення з 2000 року в Україні (газ в 41 раз, електроенергія в 5,8...10,8 рази) (рис. 2), і як наслідок збільшення частки витрат на паливну компоненту в ціні кінцевого продукту у всіх галузях народного господарства.

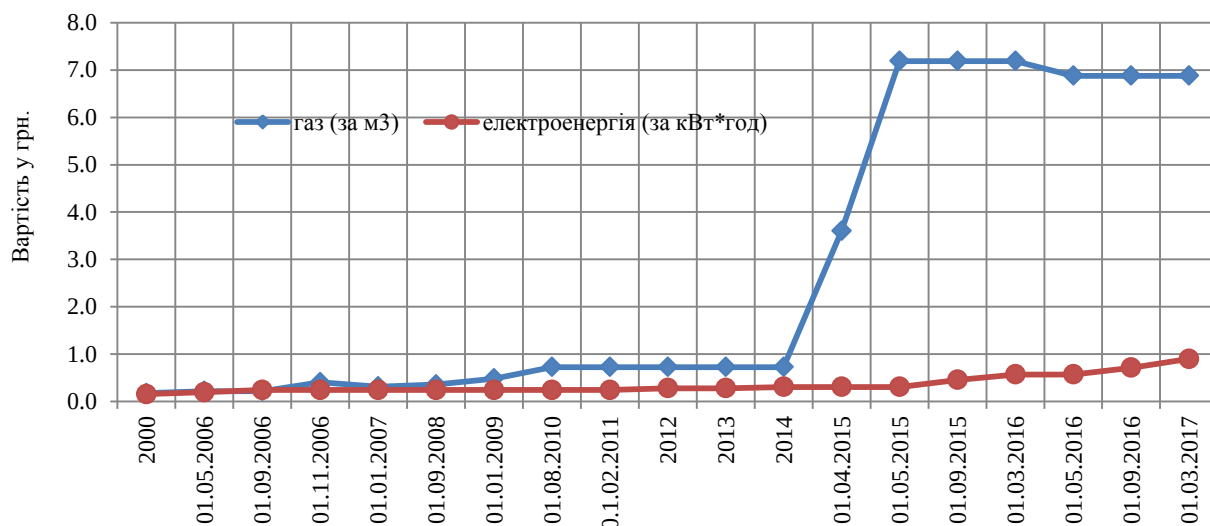


Рисунок 2 – Динаміка зростання цін в гривні на електроенергію та газ для населення в Україні на період з 2000 по 2017 рік [4-6]

Зростання платежів за комунальні послуги, а саме за газ та електроенергію є головним спонукаючим стимулом в ефективному та ретельному утепленні існуючих будинків для гіпотетичної економії коштів при розрахунках за спожите тепло, що особливо актуально в зимовий опалювальний період в середньо- та довгостроковій перспективі. В першу чергу утеплення стін потрібно для зменшення витрат тепла на підтримку комфортної температури в холодний період року. В меншій мірі (для переважної більшості міст нашої країни) є потреба в охолодженні внутрішньобудинкового простору влітку під час спеки.

Основна частина

Головним фактором, який прямо впливає на енерговитрати при експлуатації будинку є величина термічного опору R ($\text{м}^2 \times ^\circ\text{C}/\text{Вт}$) конструктивного шару. Для нашої країни даний показник регламентується нормами [1]. Цей показник опосередковано залежить від градусо-днів опалювального періоду ГДОП. Як зазначає у своїй роботі к.т.н. В. І. Ливчак [7] «градусо-добы опалювального періоду (ГДОП) характеризують суворість зими будь-якого регіону (чим вище ГДОП, тим холодніше). Без їх урахування неможливо проводити зіставлення рівня енергетичної ефективності будівель, побудованих в різних кліматичних районах». К.т.н. Ю. Б. Дудикевич [8] на простих прикладах розрахунку показує, що величина тепловтрат будинку та кількість градусо-днів пов'язані між собою лінійною залежністю.

Однак методики визначення ГДОП для різних країн відрізняються між собою. Для об'єктивного аналізу порівняння величини термічного опору огорожуючих конструкцій будинків в нашій країні, та наприклад, країн Європи зі схожим кліматом, в якості критерію порівняння було обрано величину саме градусо-днів опалювального періоду, причому обрахованою за однією методикою.

За чинними вітчизняними нормами [9] величина ГДОП визначається як

$$\text{ГДОП} = z_{OP} \cdot t_{\text{пов.Р}} - t_{\text{зовн.ОП}} \quad (1)$$

де z_{OP} – кількість днів опалювального періоду (температура зовнішнього повітря $t_{\text{зовн.ОП}} < 8^\circ\text{C}$);

$t_{zovm.OP}$ – середньодобова температура зовнішнього повітря за опалювальний період;

$t_{pov.P}$ – розрахункова для опалення температура повітря внутрішнього середовища основної частини приміщень будинку, $t_{pov.P} = 20^{\circ}C$.

Методика розрахунку градусо-днів опалювального періоду (*hot degree days, HDD*) для європейських країн *EUROSTAT-method* дещо відрізняється від вітчизняної [10]

$$HDD = (18^{\circ}C - T_m) \quad (2)$$

де T_m – середньодобова температура зовнішнього повітря за одну добу

$$T_m = \frac{T_{\max} - T_{\min}}{2} \leq 15^{\circ}C. \quad (3)$$

Якщо середньодобова температура T_m вище теплового порогу в $15^{\circ}C$, то кількість градусоднів $HDD = 0$. Розрахунок градусоднів виконується на добовій основі, додається в календарний місяць та рік відповідно.

Очевидно, що знаючи середньодобові або середньомісячні коливання температури за результатами спостережень дозволять легко перетворити ГДОП за вітчизняними нормами на HDD за європейською методикою та навпаки.

Для порівняння даних ГДОП за [9] з даними HDD [10] їх було перераховано за методикою *EUROSTAT-method* [10]. Вибірка даних складено для 30 міст України (табл. 1). Критерієм кількості міст вибірки слугувала приблизно однакова величина ГДОП.

Таблиця 1 – Градусо-добы для міст України та Європи

Міста України	Величина градусо-днів, HDD (EUROSTAT-method [10]) за даними [9]	Міста Європи	Величина градусо-днів, HDD (EUROSTAT-method) [10]
1	2	3	4
Ізмаїл	2868	Aalborg	2872
Одеса	2958	Amsterdam	2897
Берегове	2967	Belfast	3000
Ужгород	2994	Bergen	3039
Геничеськ	3010	Bolzano	3052
Асканія-Нова	3149	Bremen	3147
Запоріжжя	3274	Bucarest	3265
Хуст	3333	Cherbourg	3353
Любашівка	3417	Copenhagen	3413
Кривий Ріг	3420	Essen	3431
Гуляйполе	3438	Geneva	3470
Дніпропетровськ	3502	Goteborg	3518
Луганськ	3520	Graz	3532
Комісарівка	3628	Kiel	3610
Чернівці	3631	Kilkenny	3633
Кіровоград	3653	Klapeida	3653
Київ	3665	Lucenec	3668
Донецьк	3689	Lyon	3670
Кирилівка	3700	Munich	3720
Знам'янка	3713	Newcastle	3730

Продовження табл. 1

1	2	3	4
Рахів	3733	Poznan	3747
Житомир	3928	Prague	3933
Тернопіль	3950	Sarajevo	3985
Чернігів	4040	Tromsø	3999
Ромни	4082	Tusimice	4010
Семенівка	4243	Warsaw	4256
Плай	5593	Zürich	5584

Для співвимірною співставлення результатів необхідно враховувати величини термічного опору R огорожуючих конструкцій стін. Для температурних зон України [1] дані наведено у таблиці 2.

Таблиця 2 – Мінімально допустима величина термічного опору $R_{q \min}$, $\text{м}^2 \text{ К/Вт}$, огорожуючих конструкцій [1]

Температурна зона	зовнішня стіна	Горищні покриття та перекриття неопалювальних горищ	Перекриття над проїздами та неопалювальними підвалами
I	3.3	4.95	3.75
II	2.8	4.5	3.3

Для міст Європи зазначених у вибірці дані взято за 2007 рік з [10]. В результаті графічного порівняння було отримано гістограми, які віддзеркалюють зв'язок кількості ГДОП, що припадають на одиницю термічного опору огорожуючої конструкції (рис. 4-6).

Якщо позначити $\alpha = \left(\frac{HDD}{R} \right)_{ukr.} / \left(\frac{HDD}{R} \right)_{eur}$ як показник ефективності утеплення для стін, покриттів та перекриттів то отримаємо графік (рис. 7).

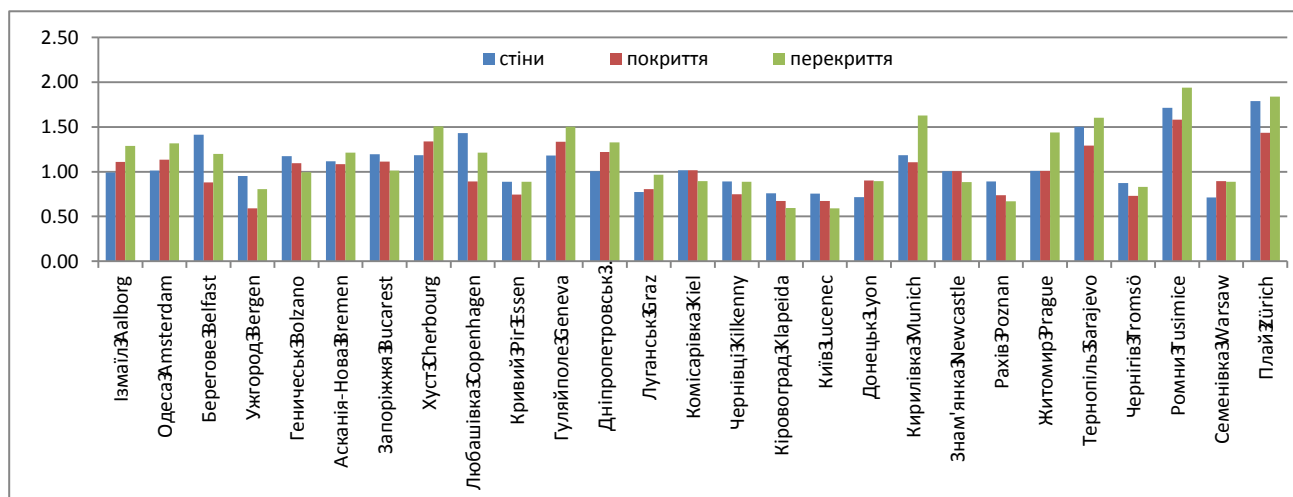


Рисунок 3 – Показник ефективності утеплення для міст України у порівнянні з європейськими містами

Середньозважені, мінімальні та максимальні значення коефіцієнту α наведено у таблиці 3.

Таблиця 3 – Значення коефіцієнту α

Усереднене значення	1.08	1.01	1.14
Мінімум	0.71	0.59	0.59
Максимум	1.79	1.58	1.94

Аналіз табл.2 свідчить про те, що ефективність утеплення українських міст у порівнянні з європейськими за співвимірним порівнянням для стін коливається від «+29» до «-79» відсотків, для покриттів від «+41» до «-58» відсотків, для перекриттів від «+41» до «-94» відсотка. Знаки «+» та «-» означають відповідно краще та гірше у порівнянні з європейськими містами утеплення українських міст. Варто відмітити, що дані для європейських міст було взято за 2007 рік, та в зв'язку з загальносвітовими тенденціями здорожчання енергоносіїв цей розрив буде тільки збільшуватись не на користь вітчизняних норм [1].

Висновки

1. Проаналізувавши динаміку зростання цін на енергоносії в Україні за останні 17 років виявлено, що оплата за газ збільшилась для населення в 41 раз, електроенергії в 5,8...10,8 рази у гривні та газ більш ніж в 10 раз для газу, та 3,8...5,6 рази електроенергії в доларовому еквіваленті. Саме стрімке зростання тарифів на енергоносії спонукає до ретельної термомодернізації існуючих будівель.

2. Для адекватного зіставлення рівня енергетичної ефективності будівель в нашій країні та містах Європи виконано порівняння співвідношення величини термічного опору R для стін, покриттів та перекриттів до градусо-днів опалювального періоду ГДОП, що визначає суворість зими будь-якого регіону.

3. Аналіз ефективності утеплення українських міст у порівнянні з європейськими за критерієм співвідношення величини термічного опору R для стін, покриттів та перекриттів до градусо-днів опалювального періоду ГДОП показав, що наші міста утеплені здебільшого гірше у порівнянні з європейськими містами, а саме для стін до 79%, для покриттів від 58%, для перекриттів до 94%.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Теплова ізоляція будівель. Норми проектування, виготовлення і монтажу: ДБН В.2.6-31:2006. – [Чинний від 2007-04-01]. – К. : Мінбуд України. 2006. – 70 с. – (Національні стандарти України).
2. Аналіз міжнародного та вітчизняного досвіду використання енергозберігаючих технологій у галузі будівництва / [Саницький М.А., Позняк О. Р., Бідник І. В. та ін.] ; під ред. М.А. Саницького, О. Р. Позняк. – Львів, 2008. – 134 с.
3. Андрушків Б. Прикладні аспекти наукової діяльності кафедри або як здешевити індивідуальне житлове будівництво / Б. М. Андрушків, І. Стойко, Б. Федішин // Соціально-економічні проблеми і держава. — 2011. — Вип. 2 (5). — Режим доступу до журн. : <http://sepd.tntu.edu.ua/images/stories/pdf/2011/11abmizb.pdf>.
4. Про встановлення тарифів на електроенергію, що відпускається населенню : Постанова №220 від 26.02.2015 р. [Електронний ресурс] / Офіційний вісник України. — 2015. — №15/1. — Ст. 399. — Режим доступу до журн. : <http://ovu.com.ua/proceedings/838>
5. Тарифи на електроенергію в країнах ЄС та Україні [Електронний ресурс] / Режим доступу : <http://euinfocenter.rada.gov.ua/uploads/documents/28988.pdf>
6. Динаміка зростання цін на газ і електроенергію для населення України з 2000 по 2020 рік / Україні [Електронний ресурс] / Режим доступу : http://www.energoberezhenie.com/articles/dinamika_zrostannya_cin_na_gaz_i_elektroenergiyu_dlya_naselennya_ukrayini_z_2000_po_2020
7. Ливчак В. И. Градусо-сутки отопительного периода как инструмент сравнения уровня энергоэффективности зданий в России и в других странах / В. И. Ливчак // Энергосбережение. — 2015. — №6. — С.20–26.
8. Дудикевич Ю. Б. Энергоощадні котеджі : методики проектування будинків без газу / Дудикевич Ю. Б. — Львів : Сполом, 2011. — 192 с.
9. Захист від небезпечних геологічних процесів, шкідливих експлуатаційних впливів, від пожежі. Будівельна кліматологія : ДСТУ-Н Б В.1.1-27:2010. — [Чинний від 2011-11-01]. — К. : Мінрегіонбуд України. 2011. — 127 с. — (Національні стандарти України).
10. Boermans T. U-values for better energy performance of buildings / T. Boermans, Petersdorff C. — Cologne: ECOFYS GmbH, 2016. — 104 p.

Бікс Юрій Семенович — к. т. н., доцент кафедри будівництва, міського господарства та архітектури, Вінницький національний технічний університет, м. Вінниця. Ел. пошта: yustas12@rambler.ru

Biks Yuri Semenovich — Ph. D., assistant professor, Department of Construction, Urban Management and Architecture, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia. E. mail: yustas12@rambler.ru

Дослідження руху східчастої котушки по шорсткій горизонтальній поверхні

Вінницький національний технічний університет

Анотація. Для однорідної східчастої котушки, що переміщується без ковзання по шорсткій горизонтальній поверхні за рахунок натягу кабелю, на підставі диференціальних рівнянь плоского руху знайдене рівняння руху її центра мас та силу тертя. З'ясовано, що сила тертя при русі котушки без ковзання не досягає максимального значення і її напрямок та рух залежить від кута нахилу кабелю до горизонту.

Ключові слова. Однорідна східчаста котушка, рух без ковзання, плоский рух, рівняння руху центра мас, сила тертя.

Abstract. For uniform step coil that moves without slipping on a horizontal surface rough by tension cables, based on differential equations plane motion equations of motion found its center of mass and the force of friction. It was found that the friction during movement of the coil without slip reaches the maximum value and its direction and movement depends on the angle of the cable to the horizon.

Keywords: Uniform step coil, movement without slipping, flat movement, equation center of mass, friction.

Розглянемо однорідну котушку в початковий (рис.1, а) і довільний момент часу (рис. 1, б).

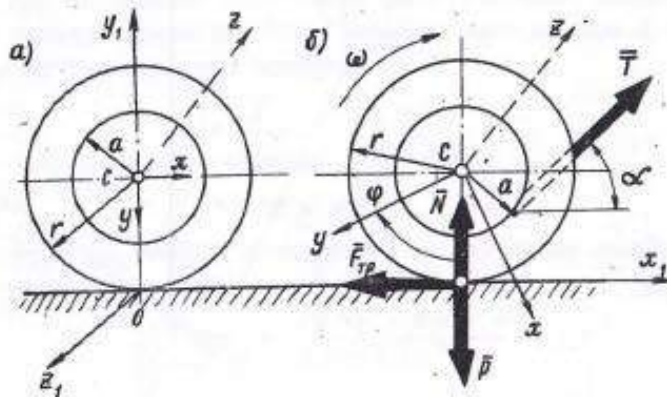


Рисунок 1

Східчаста котушка переміщується по шорсткій горизонтальній поверхні під дією сила тяжіння P , сили натягу T кабелю, сили нормального тиску підлоги N і сили тертя $F_{тр}$ ковзання.

Для дослідження руху котушки (рис. 1, б) запишемо диференціальні рівняння плоского руху твердого тіла в проекціях на осі (рис. 1, а) нерухомої системи координат:

$$\frac{P}{g} \ddot{x}_{rc} = T \cos \alpha - F_{тр}, \quad \frac{P}{g} \ddot{y}_{rc} = T \sin \alpha + N - P, \quad \frac{P}{g} \rho^2 \ddot{\varphi} = -T a + F_{тр} r.$$

Двічі інтегруючи перше диференціальні рівняння ($y_{1c} = r$) отримаємо рівняння руху центра мас котушки:

$$x_{1c} = \frac{T g r (r \cos \alpha - a)}{2 P (r^2 + \rho^2)}.$$

З цього рівняння маємо, що вісь котушки в залежності від співвідношення $r \cdot \cos \alpha$ до a буде рухатись по-різному, а саме: $r \cdot \cos \alpha > a$ – рух вправо; $r \cdot \cos \alpha = a$ – руху немає; $r \cdot \cos \alpha < a$ – рух вліво.

Такі ж висновки можна зробити з розгляду рис. 2.

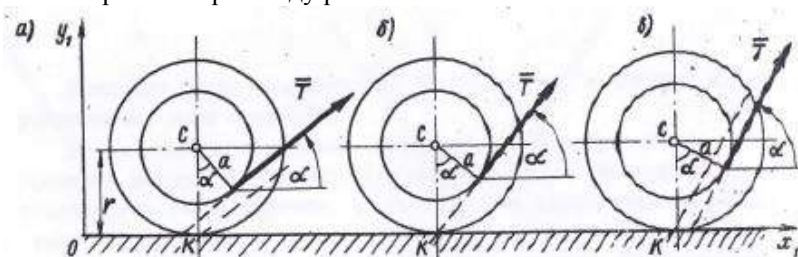


Рисунок 2

При $r \cdot \cos \alpha > a$ лінія дії сили T (рис. 2, а) проходить лівіше миттєвого центру швидкостей (точка K), в зв'язку з чим ця сила прагне повернути котушку навколо точки K за годинниковою стрілкою і викликає її кочення вправо.

При $r \cdot \cos \alpha = a$ лінія дії сили T (рис. 2, б) проходить через миттєвий центр швидкостей (точка K) і котушка не буде рухатись.

При $r \cdot \cos \alpha < a$ лінія дії сили T (рис. 2, в) проходить правіше миттєвого центру швидкостей в зв'язку з чим ця сила прагне повернути котушку навколо точки K проти годинникової стрілки і викликає її кочення вліво.

Варто зауважити, що при коченні котушки без ковзання сила тертя

$$F_{\text{тр}} = \frac{T(\rho^2 \cos \alpha + ar)}{r^2 + \rho^2}$$

в загальному випадку не досягає свого максимального значення і тому повинна визначатися з диференціальних рівнянь руху, а не за законом Амонтона-Кулона. Таким чином, при всіх кутах $\alpha \leq \frac{\pi}{2}$ сила тертя, незалежно від того, в яку сторону рухається котушка завжди направлена вліво. Але з збільшенням кута α сила тертя зменшується, набуває значення нуля, після чого збільшуючись по модулю, виявляється направленою вже не вліво, а вправо.

Також необхідно зауважити, що при збільшенні натягу кабелю T , зростаюча сила тертя ковзання в кінцевому результаті досягне свого максимального значення і тоді котушка буде катитися з ковзанням.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Павловський М. А. Теоретична механіка: [підручник] / М. А. Павловський. – К.: Техніка, 2002. – 512 с. – ISBN 966-575-184-0.
2. Федотов В. О. Аналітична динаміка. Розрахунково-графічні та контрольні завдання : [навч. посіб.] / В. О. Федотов, О. Д. Панкевич. – Вінниця: ВНТУ, 2008. – 125 с.

Антонюк Олександра Євгенівна Вінницький національний технічний університет, факультет будівництва теплоенергетики та газопостачання, e-mail: aleksandra.antonyuk@gmail.com.

Басистий Віталій Олександрович, Вінницький національний технічний університет, факультет будівництва теплоенергетики та газопостачання, e-mail: vital.bass1@gmail.com.

Гончарук Ліза Леонідівна, Вінницький національний технічний університет, факультет будівництва теплоенергетики та газопостачання, e-mail: lizahoncharuk@gmail.com.

Науковий керівник: Федотов Валерій Олександрович, кандидат технічних наук, Вінницький національний технічний університет, професор кафедри опору матеріалів та прикладної механіки ВНТУ, e-mail: valeriy.fedotov@bk.ru, тел. +380507585509, Україна, 21000, м. Вінниця, вул. Воїнів Інтернаціоналістів, 9А, кв. 84.

Olexandra Antonyuk student of Heat and Gas Supply Department, Vinnytsia National Technical University. .e-mail aleksandra.antonyuk@gmail.ru

Vitaly Basisty, B- student of Heat and Gas Supply Department, Vinnytsia National Technical University. .e-mail vital.bass1@gmail.com.

Honcharuk Liza student of Heat and Gas Supply Department, Vinnytsia National Technical University. .e-mail lizahoncharuk@gmail.com

Supervisor: Valery Fedotov, Ph.D., Vinnytsia National Technical University, professor of materials resistance and applied mechanics VNTU, Ukraine. e-mail: valeriy.fedotov@bk.ru, tel. +380507585509, Ukraine, 21000, Vinnytsya, st. Soldiers Internationalists, 9A, 84.

ОЦІНКА НЕСУЧОЇ ЗДАТНОСТІ СТІН ІЗ СОЛОМ'ЯНИХ БЛОКІВ

Вінницький національний технічний університет

Анотація

Проаналізовано дослідження несучої здатності стін із солом'яних блоків при різних початкових умовах (вологість блоку, висота стіни, спосіб закріплення, нанесення штукатурного шару, тощо). Виявлені основні фактори, які впливають на несучу здатність стін.

Ключові слова: солом'яні блоки, жорсткість, деформативність, стисливість, заповнювач, несуча стіна.

Abstract

Study analyzes the bearing capacity of the walls of straw blocks with different initial conditions (humidity, the height of the wall, fixing method, applying plaster layer, etc.). The basic factors that affect the carrying capacity of the walls has been detected.

Keywords: straw blocks, rigidity, deformability, compressibility, infill, load bearing wall.

Вступ

Сьогодні в Україні є дуже актуальною проблема витрати великої кількості енергоносіїв на обігрів будинку та збереження тепла в ньому. При цьому, будівельні матеріали, які використовуються для побудови будинку, на сьогоднішній день потребують влаштування ефективного утеплювача для забезпечення нормативного значення термічного опору огорожуючої конструкції [1]. Останнім часом в світі, а також у нашій державі набирає великої популярності будівництво будинків з природних матеріалів, а саме – будівництво будинків з солом'яних блоків [2-7]. Вони мають відмінні теплоізоляційні властивості – влітку в будинку із солом'яних блоків прохолодно, взимку тепло. За даними [8,9] будинок з соломи має виражений біопозитивний вплив на людину, має чудовий обмін повітрям з зовнішнім середовищем – будинок дихає. В контексті зростання попиту на житло з природних енергоефективних матеріалів, до яких можна віднести і будинки з солом'яних блоків, виникає потреба в дослідженні фізико-механічних характеристик таких матеріалів, а саме несучої здатності стін, виконаних з солом'яних блоків.

Метою роботи є оцінка несучої здатності стін із солом'яних блоків.

Основна частина

Для аналізу несучої здатності стін з солом'яних блоків використано матеріали дослідження [10-12].

Для експерименту [10] використано сталеву раму, розроблену для випробування залізобетонних колон під навантаженням до 100 тон.

Підготовча частина.

Розміри стіни становили: висота – 404,5 см (11 блоків), довжина – 260 см (3 блоки). Солом'яні блоки один за одним накладались на залізний стержень, діаметром 12 мм. Після того, встановлювалась 2 планки з деревини, розміром 125 на 75 мм зверху по краях, та одна по центру для рівномірного розподілення навантаження від двох циліндричних поршнів, які будуть створювати навантаження. Далі блоки додатково ущільнювали, за допомогою дроту 2,5 мм, який попередньо натягнули. Для запобігання перерізанню солом'яних блоків, додатково на кутках був влаштований пластиковий захист. Стіну оштукатурено розчином з цементу, піску та вапна і відношенні 1:4:0,5. Солом'яні блоки мали розміри 84×46×36 см. Вміст вологи становив 12,11%, що знаходиться в межах норми. Були встановлені датчики переміщення для визначення осідання в двох різних точках.

Експериментальна частина.

Стіну почали поступово навантажувати з інтервалом в 2,5-3,5 хв з навантаженням в 5 кН на кожний циліндр.

Протягом 14 хв не відбувалось ніяких змін. На 40-ій хвилині на середині стіни почалась проявлятися опукла частина, що свідчить про значні деформації по вертикалі. Далі, права частина стіни почала деформуватись більше, і на 57 хвилині було вирішено припинити експеримент. Відносна деформація стіни з лівої та правої сторони, відповідно, наведена в таблиці 1.

Таблиця 1 – Відносна деформація стіни під впливом навантаження [10].

Навантаження(кН)	Вертикальна деформація		
	Зліва	Справа	Середнє
0	0,00	0,00	0,00
4.266	0,00	0,00	0,00
8.885	0,00	0,00	0,00
19.818	0,00	2,00	1,00
29.836	-1,00	4,00	1,50
39.292	-2,00	7,00	2.5
50.416	0,00	12,00	6,00
60.389	9,00	17,00	13,00
72.931	19,00	23,00	21,00
80.491	37,00	39,00	38,00
90.425	69,00	102,00	85.5
100.556	69,00	117,00	93,00
110.681	72,00	127,00	99.5
120.717	73,00	137,00	105,00
125.786	77,00	147,00	112,00

За цими даними було побудовано графік (рис.1).

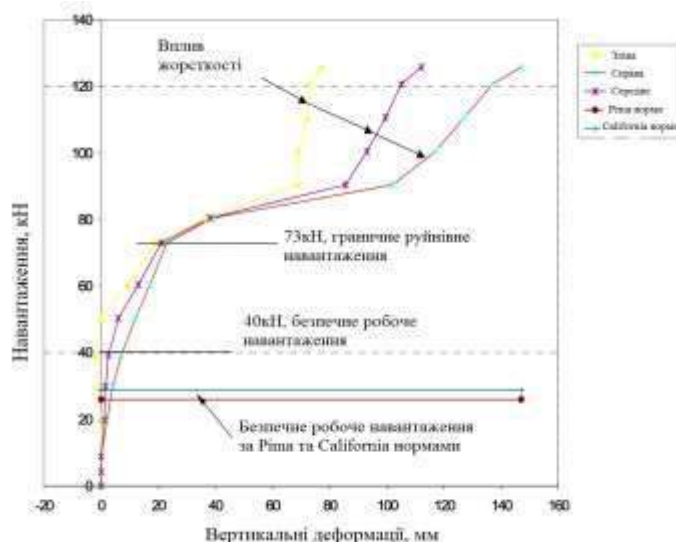


Рисунок 1 – Залежність вертикальних деформацій від прикладеного навантаження [10]

Виходячи з рис. 1, можна встановити, що при навантаженні до 40кН спостерігається безпечне, робоче навантаження, а при 73кН – граничне, кінцеве руйнівне навантаження. При безпечному навантаженні в 40кН, осідання становить 5мм, що є в межах допуску для того, щоб влаштувати двохповерхову будівлю з солом'яних блоків. Для цього необхідно краще спресовувати блок та зробити його більш сухим.

Аналіз проведеного дослідження [11]

Підготовка частина

У цьому дослідженні було розглянуто поведінку двох стін під навантаженням, далі, стіна А та стіна Б. Матеріалом слугували солом'яні блоки розміром 150×36×50 см та 100×36×50 см, вміст вологи 18,3%, з середньою густиною 125 кг/м³. При створенні стіни, блоки чергували між собою. Перед тим як штукатурити стіни, проводили попереднє їхнє попереднє ущільнення. Після цього ці стіни були оштукатурені розчином з цементу, піску та вапна у відношенні 1:6:1, відповідно. Протягом 28 днів стіни залишили висихати. Розміри стін становили 360×200×50 см.

Експериментальна частина

Стіна А

Для вимірювання навантаження 5 точок виміру були розміщені вздовж стіни на відстані 0,43 м один від одного. Ними слугували стержні, які були вставлені в стіну на висоті 0,3 м (рис.2).



Рисунок 2 – Стіна А до випробувань [11]

Навантажували стіну А наступним чином: встановили дерев'яну балку вздовж стіни і почали навантажувати мішками з цементом. Осідання стіни після навантаження 1 т становило в середньому 1,5 мм, а після 2 т – 3,8 мм наведено в таблиці 2.

Таблиця 2 – Осідання стіни під дією навантаження в 5-ти різних точках [11].

Точка виміру	Після прикладання 1 тонни	Після прикладання 2 тонн
1	1.0	3,5
2	1.0	5
3	2.0	3,5
4	1,5	4
5	2	3
Середнє	1,5	3,8

Навантаження в 2,5 т було руйнівним (рис. 3). Це можна пояснити нерівномірною передачею навантаження на конструкцію стіни.



Рисунок 3 – Руйнація стіни А внаслідок нерівномірного навантаження [11]

Стіна Б

Основна відмінність від стіни А полягала у зміні способу навантаження стіни. Навантаження відбувалось не вздовж стіни, а було прикладено в двох точках за допомогою гідравлічних пресів, як були встановлені під дерев'яною платформою на відстані, на якій було розміщене компенсуюче навантаження, для більш кращої передачі ваги на стіну [11].

Навантажування відбувалось поступово в 4 фази. Фаза складалась з поступового збільшення навантаження з кроком 0,4 т. та поступового розвантаження. 1-ша фаза становила навантаження до 1,6 т, а наступні три фази до 2 т. Максимальне осідання при цьому становило: в 1-ій фазі – 10 мм, 2-ій – 9мм, 3-ій та 4-ій – 7 мм.

В стіні А максимальне осідання становило 3,8 мм при навантаженні, його не можна брати до уваги, оскільки у верхній частині стіни була недосконало зроблена штукатурка та навантаження прикладалось нерівномірно.

В стіні Б, осідання при поступовому навантаженні- розвантаженні становили 10-7 мм без видимих тріщин ззовні, стіна витримує навантаження в 2 т.

Аналіз проведеного дослідження [12]

Було досліджено 5 різних конструктивних вирішень для побудови стіни з солом'яних блоків:

А) Звичайна стіна

Розміри стіни 225×99×50 см. Розміри солом'яного блоку 37,5×99×50 см. Густина 125 кг/м³. Вміст води 13,5 %. Через блоки встановлено 2 залізні стержні. Не була оштукатурена.

Б) Попередньо стиснута стіна

Відмінність від попередньої в тому, що її поступово вертикально навантажували до 16,6 кН/м² протягом 74 днів. Результатом цього є зміцнення конструкції та стиснення її до 22 мм по вертикалі до початку випробувань. Не була оштукатурена.

В) Стіна з напівблоків

1-ий, 3-ій, 5-ий ряди складались з цілих солом'яних блоків 37,5×99×50 см 2-ий, 4-ий, 6-ий ряди являли собою половину блоку 37,5×99×50 см. Окрім вище зазначеного, відмінності від звичайної стіни немає. Не була оштукатурена.

Г) Стіна без стержнів

Стержні надають стіні вертикальної стабільності. Їхня відсутність суттєво спрощує конструкцію та реалізацію в житті. Не була оштукатурена.

Д) Стіна оштукатурена вапняним розчином

Стіну попередньо було навантажено до 16,6 кН/м². Потім нанесено вапняний розчин у відношенні 1:3(Вапно:Пісок) в два шари з інтервалом в 29 та 90 днів, для досягнення мінімального вмісту води – 1,1%.

Навантаження відбувалось за допомогою двох 5-ти тонних гідравлічних домкратів поступово, кроком в 0,3-0,7 кН/хв.

Результати наведені в таблиці 3.

Таблиця 3 – Результати дослідження [12]

Стіна	Початкова жорсткість стіни, кН/мм	Максимальне прикладене навантаження, кН	Осідання при максимальному навантаженні, мм
Звичайна	0,11	27,6	220
Попередньо стиснута	0,22	19,2	120
З напівблоків	0,09	10,9	140
Без стержнів	0,08	11,7	165
Оштукатурена	5,62	41,1	55

Графік залежності навантаження-деформації наведено на рис.4.

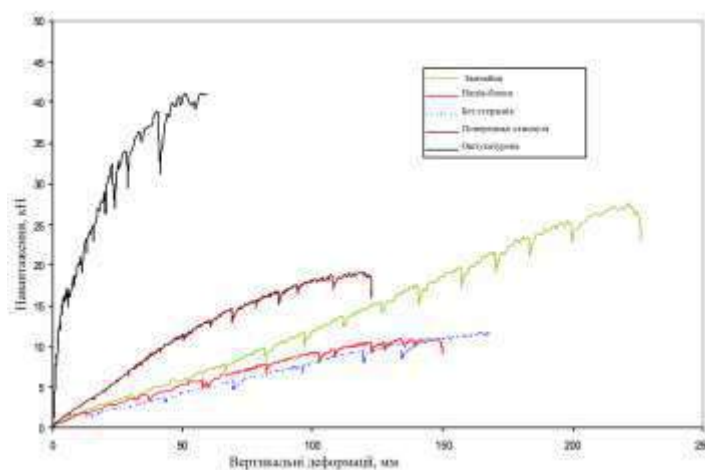


Рисунок 4 – Графік залежності вертикальних деформацій від прикладеного навантаження [12]

Аналізуючи рис. 4 можна помітити, що звичайна стіна з солом'яних блоків витримала навантаження до 27,6 кН, що майже в 3 рази перевищує найбільш розповсюджене навантаження в 9,6 кН. Попередньо стиснуті солом'яні блоки витримали навантаження до 19,2 кН. Стіна з напівблоків та стіна без стержнів показали найгірший результат в 10,9 кН та 11,7 кН відповідно, що більше за стандартне навантаження всього на 13%. Очевидно, що при розрізі блоку навпіл він дещо втрачає свої міцнісні характеристики. Найкращий результат виявила стіна з оштукатуренням вапняно-піщаним розчином – 41,1 кН.

Висновки

Узагальнюючи проаналізовані дослідження несучої здатності стін виконаними при різних початкових умовах (вологість блоку, висота стіни, спосіб закріплення, нанесення штукатурного шару, тощо) можна зробити наступні висновки:

- несуча здатність стіни з солом'яних блоків буде вищою при її попередньому ущільненні, заданим будь-яким способом;
- для збільшення жорсткості стіни (зменшення деформацій в площині та поза площиною прикладання вертикального навантаження) в масиві блоків необхідно влаштовувати армуючі вертикальні стержні, якими пронизувати стіну через декілька рядів кладки;
- вплив оштукатурення має однозначний позитивний ефект на збільшення несучої здатності стін, причому міцність стіни залежатиме від міцності штукатурного розчину;
- деформативність стіни з солом'яних блоків обернено пропорційна щільності блоку. Чим більше щільність блоку тим менша деформативність стіни під навантаженням.
- стіни з солом'яних блоків мають велику деформативність, однак навіть при збільшеному навантаженні руйнування стіни відбувається поступово, відсутнє крихке руйнування. Це надзвичайно актуально при будівництві в сейсмічних районах.

Подальше вивчення фізико-механічних та реологічних властивостей природного будівельного матеріалу соломи для зведення огорожуючих конструкцій індивідуальних будинків, яке сьогодні проводиться в багатьох країнах світу, дозволить визначити науково обґрунтовані та експериментально підтверджені оптимальні та допустимі параметри габаритів стін та величини навантаження при проектуванні індивідуального житла з солом'яних блоків.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Теплова ізоляція будівель. Норми проектування, виготовлення і монтажу: ДБН В.2.6-31:2016. – Офіц. вид. – К. : Мінбуд України. 2016. – 38 с. – (Нормативний документ Мінбуду України).
2. Малоэтажное строительство. Виды строительных материалов для возведения зданий / Д.О. Карасев, Н.А. Шипилова, М.С. Арутюнян // Интернет-журнал «НАУКОВЕДЕНИЕ» – 2016. – Том 8, №3. – С. 1 – 8. – Режим доступа до журн. : <http://naukovedenie.ru/PDF/91TVN316.pdf>.
3. Малоповерхове будівництво має всі перспективи розвитку в Україні [Електронний ресурс] / Режим доступу: <https://www.biznews.com.ua/malopoverhove-budivnitstvo-maye-vsi-perspektivi-rozvitku-v-ukrayini/>
4. Сравнение экотехнологий строительства [Електронний ресурс] / Режим доступу: http://rodonews.ru/news_1398741708.html
5. House of Straw – Straw Bale Construction Comes of Age [Електронний ресурс] / Режим доступу : <http://www.eren.doe.gov/buildings/documents/strawbale.html>.
6. Соломенный Донецк. Как переселенцы строят под Киевом эко-городок [Електронний ресурс] / Режим доступу : <http://www.ostro.org/general/society/articles/508341/>.
7. Доброноженко О. В. Перспективы возведения экодому в Украине как приоритетное направление в энергосбережении / О. В. Доброноженко // Вісник Сумського національного аграрного університету – 2012. – № 5(16). – С. 152 – 155.
8. Широков Е. И. Экодом нулевого потребления: реальный шаг к устойчивому развитию / Е. И. Широков // Архитектура и строительство России – 2009. – № 2. – С. 35 – 39.
9. Строительство биопозитивных домов из соломенных блоков в Волгоградской области и во всем ЮФО : сб. статей общегородской науч.-практ. конф. ["Волжский: история, культура, образование"], (Волжский, 19-20 дек. 2013 г.) / Волгоградский гос. архитектурно-строит. ун-т (Волгоград). – Волгоград : Волгоградский гос. архитектурно-строит. ун-т, 2014 – С. 114 – 117.
10. A pilot study examining the strength, compressibility and serviceability of rendered straw bale walls for two storey load bearing construction : proceedings of First International Conference on Ecological Building Structure / California : Santa Sabina Centre, San Rafael, 2001. – P. 1–14.
11. Displacement in load bearing straw bale walls due to concentric compressive loading / Garas Gihan L. K., Allam M. E., Abdel Gawad A. K., Abdel Moneim M. // International Journal of Modern Engineering Research (IJMER) – 2013. – Vol. 3, № 6. – P. 3767–3773.
12. Walker P. Compression load testing straw bale walls: papers / Peter Walker. – University of Bath. – 2004. – P. 1–10.

Капшійенко Артур Всеволодович — студент групи Б-146, факультет будівництва теплоенергетики та газопостачання, Вінницький національний технічний університет, Вінниця, e-mail: artemon_96@inbox.ru;

Науковий керівник: **Бікс Юрій Семенович** — к. т. н., доцент кафедри будівництва, міського господарства та архітектури, Вінницький національний технічний університет, м. Вінниця.

Artur V. Kapshiienko— Department of Building Heating and Gas Supply, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia. E-mail: artemon_96@inbox.ru;

Supervisor: **Biks Yuri Semenovich** — Ph. D., assistant professor, Department of Construction, Urban Management and Architecture, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia.

ПОРІВНЯЛЬНА ОЦІНКА НЕСУЧОЇ ЗДАТНОСТІ БУРОВИХ ПАЛЬ ТА БУРОІН'ЄКЦІЙНИХ ПАЛЬ ВЕЛИКИХ ДІАМЕТРІВ

Вінницький національний технічний університет;

Анотація

Проаналізовані результати статичних випробувань бурових палей, виконаних за традиційною технологією, та буроін'єкційних палей великих діаметрів. Виконані порівняльні розрахунки несучої здатності палей за методикою чинних норм. Виявлено, що несуча здатність буроін'єкційних палей великих діаметрів має більший коефіцієнт запасу, ніж несуча здатність традиційних бурових палей.

Ключові слова: паля, буроін'єкційна паля, несуча здатність палі, статичне випробування палі.

Abstract

Analyzed the results of the static test drilling piles which were made by traditional technology, and root piles of large diameters. Comparative calculations of the bearing capacity of piles were made by the method current regulations. Revealed that root piles bearing capacity with large diameter has a larger safety factor than the carrying capacity of traditional drilling piles.

Keywords: pile, root pile, pile bearing capacity, pile static test.

Вступ

Тенденція збільшення поверховості споруджуваних будинків та зведення їх у місцях щільної міської забудови вимагає пошуку нових видів фундаментів, які б забезпечували не тільки надійну експлуатацію новобудови, але й мали б мінімальний вплив на раніше збудовані будинки та споруди. Цим вимогам повністю відповідають палі, що влаштовуються за буроін'єкційною технологією. У вітчизняному фундаментобудуванні буроін'єкційні палі з'явилися у середині 80-их років ХХ століття. Спочатку це були палі малого діаметру до 300 мм, які використовувались для підсилення фундаментів будівель та споруд. Вони виготовлялись шляхом буріння під захистом обсадних труб, подальшого заповнення свердловини під тиском та опресування голови палі. Несуча здатність таких палей на одиницю витраченого матеріалу перевищує несучу здатність звичайних бурових палей, що враховується у чинних нормах України [1] шляхом введення підвищеного коефіцієнту умов роботи по бічній поверхні (п. 7 табл. Н.3.1).

Буроін'єкційні палі великого діаметру почали широко застосовувати наприкінці 90-их років ХХ століття та у ХХІ ст. Вони влаштовуються переважно шляхом забурювання у ґрунт порожнистого шнека з подальшим нагнітанням у свердловину під тиском бетонної суміші через порожнистий шнек. Такі палі використовуються у якості фундаментів для споруд, що передають значні навантаження на основу. Несуча здатність буроін'єкційних палей великого діаметру у чинних нормах України [1] прирівнюється до несучої здатності звичайних бурових палей, що влаштовують сухим способом або під захистом обсадних труб (п. 3 табл. Н.3.1), хоча характер технології їх виготовлення дозволяє вважати, що вони працюють краще, ніж бурові.

Накопичений досвід використання буроін'єкційних палей в Україні та Росії [2, 3] свідчить про те, що фактична несуча здатність бурових палей великих діаметрів, влаштованих за буроін'єкційною технологією, майже завжди у 1,5-2 рази більша, ніж теоретична, а у окремих випадках і до 3 разів. Порівнюючи несучу здатність бурової та буроін'єкційної палі, визначеної теоретично та за результатами статичного випробування можна проаналізувати, який резерв несучої здатності має паля.

Результати дослідження

Бурові палі. При вирішенні поставленої задачі були використані результати статичних випробувань бурових палей, виконаних у Науково-дослідному інституті будівельного виробництва м. Київ. Розглянуті результати натурних випробувань 17-ти бурових палей з 10-ти різних площадок.

Райони випробувань знаходяться в таких містах: м. Київ, м. Рівне, м. Новий Розділ, м. Бровари та м. Запоріжжя. Майданчики мали різні ґрунтові умови з спиранням паль як на піщані, так і на глинисті ґрунти.

Випробовувались палі різної довжини та конфігурації. Довжини паль знаходяться в діапазоні від 2 до 19,7 м. Серед них дві мілких, шість коротких, шість середньої довжини та три великої довжини палі. Три палі мають незмінний переріз, дев'ять паль мають розширену п'яту, утворену розбурюванням ґрунту, одна паля з камуфлетним розширенням, утвореним вибухом. Діаметр ствола паль знаходиться в межах від 0,4 м до 0,83 м. Діаметр п'яти варіюється від 0,4 м до 2,05 м. Навантаження, яке може витримати конкретна бурова паля визначалося при досягненні межі осідання $s = 40$ мм. У випадках з мілким палями ($l = 2,0$ м), навантаження вважалося максимально допустимим при досягненні осідання $s = 20$ мм.

На рис. 1 представлені результати порівняння несучої здатності бурових паль, визначеної розрахунком за методикою норм [1], та несучої здатності за результатами польових випробувань статичним навантаженням. На горизонтальній осі даних графіків показана несуча здатність палі F , визначена за результатами статичних випробувань, а по вертикальній осі - несуча здатність F_1 розрахована відповідно до норм. Діагональна пунктирна лінія на графіку відповідає ідеальному збігу результатів розрахунку і випробувань.

Результати розрахунку і статичних випробувань практично співпали в п'яти з випадків (29% розглянутих випадків). Коефіцієнт запасу (F/F_1) несучої здатності у порівнянні з розрахунком за нормами складає до 1,97 для паль, що спираються на піщані ґрунти, і до 2,7 для паль, що спираються на глинисті ґрунти.

Буроін'єкційні палі великих діаметрів. При вирішенні поставленої задачі були використані результати статичних випробувань буроін'єкційних паль, виконаних у Науково-дослідному інституті будівельних конструкцій м. Київ. Розглянуті результати натурних випробувань 38-ми буроін'єкційних паль з 9-ти різних площадок Дослідні будівельні майданчики розташовані у м. Бровари, м. Феодосія, м. Хмельницький та у м. Київ. Ґрунтові умови також відрізняються різноманітністю.

Довжини паль знаходяться в діапазоні від 6 до 23 м. Палі мають незмінний переріз. Діаметр ствола паль знаходиться в межах від 0,42 м до 1,0 м. На відміну від вибірки для бурових паль, більшість польових випробувань були виконані як контрольні (до досягнення навантаження, передбаченого проектом), при цьому досягнуте осідання часто далеке від граничного значення (часто не досягало і 10 мм). Лише в декількох випадках навантаження, яке може витримати конкретна буроін'єкційна паля, визначалося при досягненні межі осідання $s = 40$ мм. Це свідчить про те, що результати випробувань показують меншу несучу здатність паль, ніж вони мають насправді.

Для буроін'єкційних паль також була підрахована несуча здатність за вимогами чинних норм. Результати нанесені на графік рис. 1. Коефіцієнт запасу (F/F_1) несучої здатності у порівнянні з розрахунком за нормами складає до 3,7 для паль, що спираються на піщані ґрунти, і до 1,44 для паль, що спираються на глинисті ґрунти.

З аналізу результатів можна побачити, що лише в незначній кількості випадків несуча здатність, визначена за результатами статичного випробування, виявилась нижче, ніж теоретична несуча здатність. Причиною цього може бути і те, що у точці випробування палі геологічна колонка ґрунтів відрізняється від геологічного розрізу, побудованого за результатами геологічних вишукувань.

Для порівняння резервів несучої здатності бурових та буроін'єкційних, визначених за результатами польових випробувань, відносно теоретичних значень, визначених за методикою норм, була проведена статистична обробка даних методом найменших квадратів окремо для вибірки бурових паль та буроін'єкційних паль. На рис. 1 наведені результати статистичної обробки для обох вибірок. Бачимо, що графік відповідності для буроін'єкційних паль лежить нижче графіку відповідності для бурових паль, що свідчить про більший коефіцієнт запасу несучої здатності буроін'єкційних паль у порівнянні з буровими. При цьому більшість випробувань буроін'єкційних паль не була доведена до осідання палі $s = 40$ мм, а для бурових паль представленої вибірки практично у всіх випадках така деформація була досягнута. Отже реально запас несучої здатності буроін'єкційних паль ще більше, ніж свідчить з графіку рис. 1. Це свідчить про некоректність прирівнювання несучої здатності буроін'єкційних паль великих діаметрів до несучої здатності бурових паль, як це прийнято в чинній редакції норм [1].

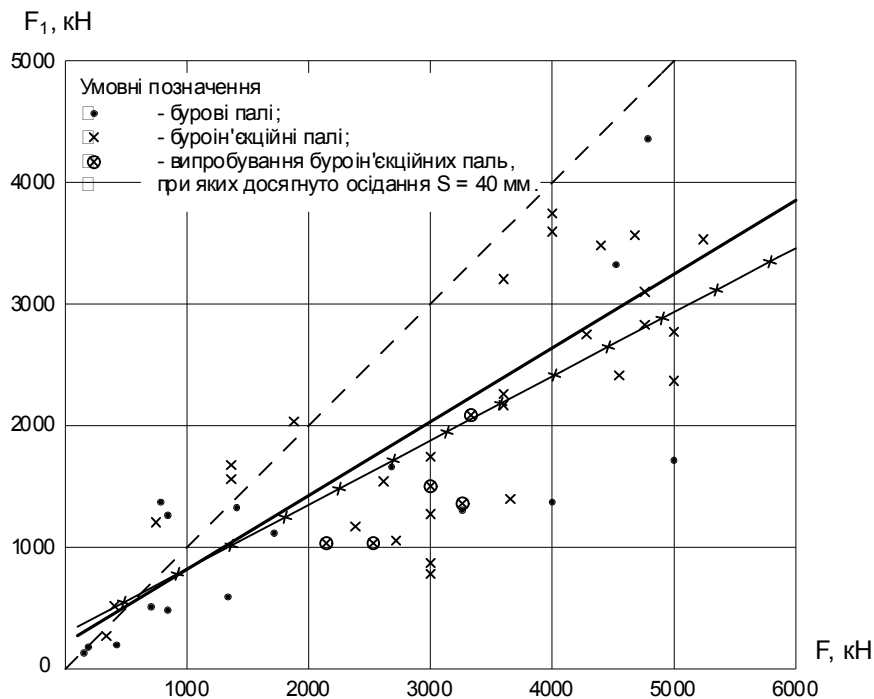


Рис. 1. Графік відповідності розрахованої несучої здатності палі F_1 і несучої здатності, визначеної на підставі результатів статичних випробувань F , для бурових та бурін'єкційних палі

Висновки

1. Виконаний аналіз свідчить, що у 90 % випадках бурін'єкційні палі мають резерв у фактичній несучій здатності у порівнянні із розрахованою за методикою норм величиною до 3,7 разів.
2. Розглянуті випадки свідчать про те, що несуча здатність бурін'єкційних палі великих діаметрів перевищує несучу здатність бурових палі, виготовлених за традиційною технологією.
3. Необхідно уточнити коефіцієнти умов роботи бурін'єкційних палі великих діаметрів по боковій поверхні, що пропонує ДБН [1], на більш високі з урахуванням технологій влаштування таких палі.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Основи та фундаменти будівель та споруд. Основні положення проектування: ДБН В.2.1-10-2009. Зміна 1 – [Чинні від 2011-07-01]. – К.: Мінрегіонбуд України, 2011 – 55 с. – (Державні будівельні норми України).
2. Сотников С.Н. Опыт применения буровых свай при строительстве зданий в центре Санкт-Петербурга / Сотников С.Н., Соловьева А.В., Зиновьева И.Д. // Основания, фундаменты и механика грунтов. 1999. - №5. - с. 8-12.
3. Маєвська І. В. Аналіз достовірності визначення несучої здатності бурін'єкційних палі за діючими методиками СНиП / І. В. Маєвська, А. В. Романенко // Будівельні конструкції. Міжвідомчий н/т збірник. – К.: НДІБК. – 2011. – вип. 75, кн.2. – С.164-169..

Тетяна Сергіївна Глуханюк — магістрант гр.Б-16мі, факультет будівництва теплоенергетики та газопостачання, Вінницький національний технічний університет;

Науковий керівник: **Ірина Вікторівна Маєвська** — канд. техн. наук, доцент кафедри будівництва, міського господарства та архітектури, Вінницький національний технічний університет, м. Вінниця.

Tatiana S. Gluhanyuk - Master hr.B-16mi, Department of construction of thermal power and gas, Vinnytsia National Technical University;

Supervisor **Irina V. Majewska** - candidate. Sc., assistant professor of department of construction, architecture and municipal economy, Vinnytsia National Technical University. Vinnitsa.

АНАЛІЗ СУЧАСНИХ ПРИРОДНИХ ЕНЕРГОЕФЕКТИВНИХ МАТЕРІАЛІВ ДЛЯ ЗВЕДЕННЯ ОГОРОДЖУЮЧИХ КОНСТРУКЦІЙ СТІН ТА ЇХ УТЕПЛЕННЯ

Вінницький національний технічний університет

Анотація

Проаналізовано ринок сучасних природних енергоефективних матеріалів, їх переваги та недоліки у будівництві.

Ключові слова: енергоефективні матеріали, солома, утеплювачі для дерев'яних будинків, сфагнум, мох, джут.

Abstract

The market for contemporary popular natural energy efficient materials, their advantages and disadvantages in construction has been analyzed.

Keywords: energy efficient materials, straw, insulation for wooden houses, sphagnum, moss, jute.

Вступ

При зведенні еко будинків використовуються мало витратні технології і всіляке використання поновлюваних джерел енергії, в результаті чого на обігрів будинку та забезпечення його електроенергією йде зовсім мало коштів. І такі технології існують. Наприклад, технологія будівництва з солом'яних блоків, утеплення мохом сфагнуму, льоном, ягелем.

Основна частина

Використання соломи в будівництві. Солома – один з побічних продуктів сільськогосподарської промисловості. На потреби тваринництва соломи йде набагато менше, ніж її є в наявності. Щороку, величезні обсяги соломи просто спалюються, хоча останнім часом з'явилися технології, що дозволяють використовувати солом'яні блоки як тверде паливо. Але таких котелень поки, що одиниці, а соломи як і раніше багато [1].

Солому в суміші з глиною і гноєм здавна використовували для перших будівельних блоків.

В кінці 19-го століття в США винайшли паровий прес, який спресовує солом'яні блоки в прямокутні тюки. Ці тюки складали в штабелі, а коли виникала необхідність спорудити тимчасове житло, достатньо було виїняти з штабеля кілька тюків і місце для ночівлі готово. Імпровізований будиночок опинявся дуже теплим, не боявся дощу і володів дивно комфортним мікрокліматом всередині. Так народилася ідея використовувати солом'яні блоки як будівельний матеріал для стін.[2]

У 1896 році в штаті Небраска було зведено перші солом'яні будівлі, що стали надалі школою. За ним пішли ще будови, і солом'яні блоки стали користуватися широкою популярністю серед забудовників. Технології змінювали одна одну і поступово про солом'яні блоки почали забувати, віддаючи переваги новомодним матеріалами.

Оскільки сьогодні світ зазнає втрати природних ресурсів, стало доцільним використання соломи як будівельного матеріалу. Тисячі сімей в США, Канаді, Мексиці, Чилі, Фінляндії, Франції, Китаї і навіть Австралії живуть в будинках, побудованих з солом'яних блоків. У 2006 році в Монголії було запущено проект впровадження технології будівництва будинків з мінімальною втратою тепла. Забудовникам, які використовують в якості будівельного матеріалу солом'яні блоки, держава повертає 20% кошторисної вартості готового будинку.[2]

На пострадянському просторі в солом'яному будівництві лідирує Білорусь. Популяризатором екологічної на своїй батьківщині став Євген Широков – президент Білоруського відділення Міжнародної академії екології. Ним була розроблена методика зведення солом'яних будинків [3], а самі солом'яні блоки в Білорусі стали узаконеним будівельним матеріалом [4].

Перші солом'яні будинки були побудовані в Гомельській області та мали пічне опалення. Їх площа становила 120 м². З практики експлуатації таких будинків було встановлено, що їх енергоспоживання (зокрема витрати на опалення) в 4-5 разів менше звичайного.

Переваги соломи як будівельного матеріалу. Одна з головних переваг соломи – її дешевизна [5,6]. Оскільки вона є відходами сільськогосподарського виробництва, а відходи не можуть коштувати дорого. Для спорудження будинку площею 70 м² досить соломи, зібраної з 3 га. Найбільш підходить житня солома, оскільки її не люблять гризуни. Сама технологія зведення дуже проста, і за короткий термін нею може опанувати кожен.

Стіни з солом'яних блоків мають оптимальну паропроникність, відмінною тепло-і звукоізоляцією, а також не виділяють шкідливих речовин. Спресована солома проводить тепло в чотири рази гірше дерева, і у вісім – цегли [6]. У солом'яному будинку взимку витрачається мінімальна кількість теплоенергії, а влітку всередині завжди прохолодніше, ніж зовні. Додаткове утеплення такого будинку практично нічого не варто – достатньо обкласти будинок ще одним шаром блоків.

Собівартість одного квадратного метра солом'яного житла перебуває на рівні 135 \$, при цьому 95 \$ складає робота. Таким чином, якщо будувати самому, то житло буде коштувати близько 40 \$ за 1 м² [2].

Єдиним суттєвим недоліком соломи є її чутливість до підвищеної вологості (більш 20%), при якій солом'яні стебла починають руйнуватися. У регіонах з вологим кліматом рекомендують ретельно влаштовувати надійну парозоляцію солом'яних стін. Щоб вони не намокали від дощу, дах будинків із соломи обов'язково повинна мати довгі звиси.

Утеплювачі для дерев'яних будівель

Дерев'яні споруди прокладали натуральними утеплювачами, оскільки дерево – це жива, пориста субстанція, в якій повинно вентилювати повітря, дерево повинно дихати. Найбільш сприяють цьому – натуральні утеплювачі. Всього три види рослин та їх похідні кладуть між вінцями це: мох, льон і джут.

Мох сфагнум – роду сфагнових, торф'яних мохів [7]. Ростає на болотах, утворюючи при цьому великі килими, висотою від 10 до 20 см з м'яким прямостоячим стеблом, гілки розташовані по спіралі пучками. Листя світло-зеленого кольору, містять гіалінові клітини, пори яких без зусиль вбирають воду. Щороку нижня частина стебла відмирає і утворюється торф, тому мох також відносять до роду торф'яних. Мох сфагнум росте в основному в зоні Північної півкулі. У Росії нараховують 42 види [8].

В будівництві дана рослина використовується все частіше. Оскільки мох – чудова прокладка між колодами та брусом в дерев'яних зрубах будинків і особливо рублених лазень. Єдина проблема застосування моху в будівництві це трудомісткість його укладання між колодами зрубу дерев'яного будинку.

Зважаючи на свою малу теплопровідність застосовується в якості ізоляційного матеріалу. Ще з давніх часів про нього знали наші прадіди, утеплюючи свої будинки.

Будівельники, розбираючи дерев'яні будинки тих років, відзначають чудовий стан деревини в тих місцях, де було прокладено мох. Це обумовлено тими корисними властивостями, якими володіє сфагнум, що містить – речовину, яка є природним антисептиком. Таким чином, будинки тих років можуть простояти не тільки до нашого часу, але ще кілька десятиліть років.

У наші дні ринок переповнений пропозиціями про продаж різних утеплювачів: джут (стрічка, полотно), пакля, льноватін, єврольон та безліч інших. Але навіть з таким асортиментом мох сфагнум поза конкуренцією. А все, тому що ніяка синтетика, винайдена в наші дні, не замінить натуральні властивості моху. Окрім цього, мох сфагнум має приємний запах ладану при будівництві дерев'яних конструкцій, а також створює комфортний клімат в приміщенні та зберігає тепло взимку. Найважливішою перевагою утеплювача – не схильний до гниття, а це означає, що утеплювач не потребує заміни [8].

До основних переваг використання у будівництві сфагнума можна віднести: екологічність; бактерицидні властивості; довговічність; здатність витримувати перепади температур; не гниє; має низьку теплопровідність; гігроскопічний; доступний за ціною.

Використання волокна джуту для виробництва щільних утеплювачів викликане двома важливими обставинами [9]:

– об'єктивними: джут насправді є прямим родичем льону і волокна конопель та володіє схожими фізичними характеристиками і хімічною будовою;

– суб'єктивними: коноплі практично перестали вирощуватися в Україні, посіви льону неухильно скорочуються у зв'язку з трудомісткістю його вирощування і загальним станом льонозаводів, виник дефіцит сировини для виробництва затребуваних на будівельному ринку щільних утеплювачів.

Переваги і недоліки джутового волокна впливають з його будови і складу. Для щільних утеплювачів безперечними перевагами є:

– золотистий колір, близький до кольору свіжоструганого дерева;

– найвища в порівнянні з льоном і прядивом вміст лігніну (лігнін – природна смола, що з'єднує елементарні волокна рослин, формує водопровідний канал, звідси властивість гігроскопічності льону, пеньки і джуту, а в нашому випадку – що захищає волокно, а значить, і утеплювач, з якого він зроблений, від гниття).

Недоліком джуту є підвищений вміст лігніну, який робить волокно джуту грубішим в порівнянні з льняним і більшою мірою схильним до склеювання під навантаженням в зрубі. При використанні щільних утеплювачів достатньої щільності ці обставини є неістотними [9].

На даний момент на будівельному ринку присутні три основні види (найменування можуть бути різними) щільних утеплювачів з джутового волокна:

– джутова пакля (100% чесаний джут) – це економічний варіант для будинків зі звичайного бруса і рубаних вручну. Основна і незаперечна перевага – волокно тільки прочісується, а не розривається, як у випадку виготовлення джутового повсті. Тим самим найбільшою мірою зберігаються природні властивості джутового волокна. Джутову паклю можна використовувати і замість звичайної льняної або пенькової – для проведення конопатних робіт.

– джутова повсть (зазвичай вміст джуту до 90%, можливо і 100% джут) – зовні найпривабливіший, але і жорсткіший, додавання льону – до 10-15% необхідно як сполучний матеріал. Варіант з 100% джутом (реальним, а не декларованим) – не дозволяє досягти при існуючій голкопробивній технології виробництва достатньої рівномірності по поверхневій щільності утеплювача, матеріал може частково обсіпатися. Це викликано грубістю і ламкістю джутового волокна [7].

Льон відомий своєю міцністю, теплообмінними, що зберігають тепло, бактерицидними та естетичними якостями. Окрім швейної промисловості використовується як утеплювач.

На відміну, від моху й джуту льон стійкіший до вологи. Для прокладки в дерев'яних будинках і лазнях краще і легше використовувати рулонний утеплювач – льноватин. Він спеціально призначений для міжвінцевої прокладки. Укладається льноватин так само, як і джутова стрічка, рекомендації по ширині та підгинання країв такі ж [7].

Оскільки льон серед усіх щільних утеплювачів найбільш нестійкий. Він досить швидко (1-3 роки) розпадається, при попаданні вологи (косі дощі, заметіль, мийка лазні) починає загнивати. У льоні також може заводитися моль, клопи, крилатка (дерев'яні точильники по типу бджіл) та інші комахи, тому при використанні льноватину або лляного клоччя рясно антисептувати деревину – обов'язково. При чому, не тільки силовий комплект, а і всі дерев'яні пиломатеріали, основні і допоміжні. Також, звернути увагу на звиси даху. Винос даху повинен бути не менше 1 метра.

Висновки

Виконавши аналіз природних енергоефективних матеріалів для влаштування огорожуючих конструкцій стін та їх утеплення слід зазначити, що:

– використання солом'яних блоків дозволяє створити недороге житло з підвищеним комфортом в приміщенні, з відмінною тепло- і звукоізоляцією, не виділяючи шкідливих речовин, проте має бути забезпечено відведення вологи від стін будівлі;

– зведення індивідуального житла з дерева потребує додаткового утеплення стіни, оскільки деревина приблизно вдвічі більш теплопровідна ($\lambda = 0,18 - 0,23 \text{ Вт/м}^2\text{К}$) ніж солом'яна оштукатурена стіна ($\lambda = 0,1355 \text{ Вт/м}^2\text{К}$). В умовах північних широт досить ефективно використовувати мох сфагнум. В Україні для утеплення будинків доцільно використовувати продукти переробки льону (костра, льноватин);

– для створення індивідуального енергоефективного будинку з екологічних природних матеріалів необхідно максимально використовувати місцеві можливості регіону де ведеться будівництво.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Екологічні проблеми землеробства / [Примак І. Д., Манько Ю. П., Рідей Н. М. та ін.]; за ред. Примака І. Д. - К. : Центр учбової літератури, 2010. — 456 с.
2. Будинок з соломи або назад у майбутнє [Електронний ресурс] / Режим доступу: <http://dom.ukrbio.com/ua/articles/1684>
3. Широков Е. И. Экодом нулевого потребления: реальный шаг к устойчивому развитию / Е. И. Широков // Архитектура и строительство России – 2009. – № 2. – С. 35 – 39.
4. ТУ 5768–001–85608424–2008. Тюки соломенные прессованные строительные теплоизоляционные. Волжский: ООО «Соломинка – Дом», 2008.
5. Малоповерхове будівництво має всі перспективи розвитку в Україні [Електронний ресурс] / Режим доступу: <https://www.biznews.com.ua/malopoverhove-budivnistvo-maye-vsi-perspektivi-rozvitku-v-ukrayini/>
6. Сравнение экотехнологий строительства [Електронний ресурс] / Режим доступу: http://rodonews.ru/news_1398741708.html
7. Всеукраїнська енциклопедія рослин, розділ: мохи та гриби. [Електронний ресурс] / Режим доступу: <http://roslunu.com.ua>
8. Мох сфагнум: застосування в будівництві [Електронний ресурс] / Режим доступу: <http://dom.ukrbio.com/ua/articles/5653/>
9. З джутом ми підемо до вінця! Характеристика міжвінцевих утеплювачів [Електронний ресурс] / Режим доступу: <http://dom.ukrbio.com/ua/articles/4233/>
10. Льон і льняне волокно, лляні утеплювачі [Електронний ресурс] / Режим доступу: <http://dom.ukrbio.com/ua/articles/1456/>

Вітюк Вікторія Вікторівна – студентка, група Б-14, факультет будівництва, теплоенергетики та газопостачання, Вінницький національний технічний університет, м. Вінниця. E-mail: vtorja-vtjuk@rambler.ru.

Науковий керівник: **Бікс Юрій Семенович** – к. т. н., доцент кафедри будівництва, міського господарства та архітектури, Вінницький національний технічний університет, м. Вінниця.

Vityk Victoriya Victorivna – Department of Building Heating and Gas Supply, Vinnytsia National Technical University. E-mail: vtorja-vtjuk@rambler.ru.

Supervisor: **Biks Yuri Semenovich** – Ph. D., assistant professor, Department of Construction, Urban Management and Architecture, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia.

ВИБІР РАЦІОНАЛЬНОЇ СХЕМИ ФУНДАМЕНТІВ КУЛЬТОВИХ СПОРУД В УМОВАХ МІСТА ВІННИЦІ

Вінницький національний технічний університет

Анотація

В доповіді розглянуто проблеми вибору схеми фундаментів при будівництві культових споруд на прикладі Храму Святого Георгія у місті Вінниці.

Ключові слова: фундаменти; культові споруди; геологія місцевості.

Abstract

The report deals with the problem of choosing the scheme of the foundations the construction of places of worship on the example of the Church of St. George in the city of Vinnytsia.

Keywords: foundations; churches; geology of the area.

Культова архітектура займає особливе місце в художній культурі будь-якого міста. По культовим спорудам можна охарактеризувати епоху, місце людини в суспільстві, зрозуміти панівні ідеї та настрої часу. Розвиток церковного зодчества історично обумовлений розвитком будівельної техніки і появою нових архітектурно-планувальних рішень в рамках канонічної будови храмів. При закладці церковних споруд ретельно продумують місце їх розміщення. У зведенні культових споруд у світі існують два основні напрямки — слідування консервативним зразкам минулого, «шаблонна» архітектура та застосування найбільш модерних і сучасних тенденцій будівельного і технічного мистецтва.

Архітектурна концепція храму Святого Георгія, який розглядаємо, є подальшим розвитком планувальної схеми Церкви Воскресіння Христового, що побудована у візантійському стилі, із системою внутрішніх опор — стовпів і з застосуванням силуету та п'ятикупольного московського вінця кінця XVIII сторіччя. При зведенні будівель такого типу користувались прийомом, коли купол обпирався не на зовнішні стіни, а на розташоване всередині будівлі кільце колон та стовпів, над якими розміщували барабан. Простір під куполом розширюється за рахунок додавання обходу за цим кільцем. Купол прорізався вікнами по периметру і був добре освітлений денним світлом. Купол надавав споруді пірамідальну та висотну композицію, та був основою яскравої виразності [1].

Фундаменти храмів являють собою основну опорну конструкцію, що призначена для передачі навантаження від надземної частини (стін та стовпів) на ґрунтову основу. Інженерно-геологічні умови Вінниці досить складні і мають свої особливості, що відображається на складності проектування фундаментів. Широко поширені четвертинні глини, лес, лесовидні суглинки а також піщано-гравійний матеріал [2].

Перед початком проектування храму Святого Георгія було проведено первинний аналіз інженерно-геологічних умов, та отримано наступні дані по основам: рослинний шар становить 0,8-1,0 м; супісок пилюватий (пластичний) 4,6-5,0 м; суглинок легкий (м'якопластичний) 2,5-3,0 м; пісок середньозернистий 5,5-4,6 м; глина четвертинна (твердо пластична).

Постало питання вибору раціонального типу фундаментів, який задовольняв би вимоги міцності, стійкості, довговічності, технологічності влаштування і економічності. Було розглянуто три можливих варіанти: мілкого закладання, з забивних та набивних паль. Розрахунок виконували для найбільш навантаженої колони, що є частиною кільця стовпів, які підтримують купол.

Після виконання розрахунків та проведення техніко-економічного порівняння, виявилось, що раціональним за критеріями кошторисної вартості та трудомісткості, є варіант фундаменту мілкого закладання у вигляді стрічок та стовпів. Фундамент з забивних паль на 37,7% менш ефективний по вартості, та на 48,4% по трудомісткості. Найбільш неефективним виявився фундамент з набивних паль (перевитрати відповідно 158,03% по вартості, та 100% по трудомісткості). При реальному будівництві храму, в бік запасу надійності, було виконано менш економічні фундаменти з забивних паль.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Храм Воскресіння Христового в Форосі [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://poluostrov-krym.com/dostoprimechatelnosti/svyatyni-kryma/hram-voskreseniya-hristova.html>
2. Інженерно-геологічні умови Вінницької області [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://geotor.com.ua/injenerno-geologicheskie-usloviya-vinnickoy-oblasti.php>
3. Проектування основ і фундаментів/ [Ваганов І.І., Маєвська І.В., Попович М.М., Тітко О.В.]. – Вінниця: ВНТУ, 2003. - 132 с.

Дорохова Наталія Дмитрівна — студентка групи Б-13, Факультет будівництва, теплоенергетики та газопостачання, Вінницький національний технічний університет, м. Вінниця, e-mail: dorohovand96@gmail.com

Попов Володимир Олексійович — к.т.н., доцент кафедри будівництва, міського господарства та архітектури, Факультет будівництва, теплоенергетики та газопостачання, Вінницький національний технічний університет, м. Вінниця, email: xvivix@mail.ru

Dorohova Nataliya D. — student, Department of Building Heating and Gas Supply, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia city, email: dorohovand96@gmail.com

Popov Vladimir O. — Ph.D. docent of department of civil engineering, architecture and municipal economy, Faculty for Civil Engineering, Thermal Power Engineering and Gas Supply, Vinnytsia national technical university, Vinnytsia city, email: xvivix@mail.ru

УЛАШТУВАННЯ БАНКЕТІВ ПРИ ПІДСИЛЕННІ ФУНДАМЕНТІВ БЕЗ ВІДКОПУВАННЯ ҐРУНТУ

Вінницький національний технічний університет

Анотація

Запропоновано підсилення фундаментів шляхом влаштувати банкетів в рівні землі. Виконані попередні розрахунки ефекту від такого методу. Метод пропонується для реконструкції існуючих будівель на стрічкових фундаментах.

Ключові слова: фундамент, несуча здатність фундаменту, банкет, несуча здатність банкету, відкопування ґрунту, підсилення фундаменту.

Abstract

A way to strengthen the foundations organize banquets at ground level. Completed preliminary calculations of the effect of this method. The method proposed for the reconstruction of existing buildings on the tape foundations.

Keywords: foundation, bearing capacity of the foundation, banquet, banquet bearing capacity, soil excavation, foundation reinforcement.

Вступ

При збільшенні навантаження внаслідок реконструкції часто виникає потреба у підсиленні стрічкового фундаменту. Одним з найбільш розповсюджених методів є розширення фундаменту за допомогою банкетів. Але таке рішення пов'язане із витратою значних коштів на відкопування ґрунту до рівня підшови фундаменту а також зворотну засипку, що здійснюються в умовах підсилення переважно вручну. Рішенням даної проблеми може бути підведення банкетів в рівні землі. В літературі та інтернеті майже відсутні результати досліджень такого методу підсилення. Отже, таке дослідження є актуальним.

Результати дослідження

В роботі було проведено розрахунок фундаменту мілкого закладання, який підсилюється шляхом підведення банкетів. Для розрахунку прийнято фундамент шириною 0,84 м, тиск під підшовою $p = 200$ кПа, глибина закладання 3,1 м від рівня ґрунту, підлога підвалу на відмітці -2,5 м. Проведено аналітичний розрахунок несучої здатності основи в певних ґрунтових умовах. Після чого, підніmemo тиск на фундамент, щоб його потрібно було підсилувати. Підсилено фундамент методом підведення банкетів і розглянемо два випадки, в одному банкеті будуть підведенні до фундаменту, в другому до стіни в рівні землі.

Розрахунок несучої здатності фундаменту мілкого закладання здійснювався за рекомендацією норм [1]

Ґрунтові умови: пісок дрібнозернистий.

Основні характеристики:

Питома вага $17,3 \text{ кН/м}^3$.

Кут внутрішнього тертя $\varphi = 28^\circ$.

Питоме зчеплення $C = 1 \text{ кПа}$.

Результат розрахунку показав, що розрахунковий опір ґрунту на момент будівництва становить $R_0 = 333,73 \text{ кПа}$. Тиск під підшовою $p = 302,9 \text{ кПа}$. Після чого спробуємо збільшити тиск p на 100 кПа . Ширина фундаменту при такому тиску має бути $1,26 \text{ м}$, тоді $R = 344,67 \text{ кН}$, $p = 300,09 \text{ кПа}$. Робимо підсилення фундаменту за допомогою банкетів за рекомендаціями [2] та перевіряємо, чи буде достатньо опору ґрунту, який потрібно було відкопувати (зворотна засипка), для витримання потрібного навантаження.

Варіант 1: Банкети в рівні підшви фундаменту, див. рис. 1. Розрахунковий опір основи після тривалої експлуатації складає $R_t=447,47$ кН, сумарний тиск на ґрунт під існуючим фундаментом становить $p_1 = p + p_{1cp} = 302,9 + 90,38 = 393,28$ кПа, тиск на ґрунт під банкетами $p_{2cp} = 57,25$ кПа. Відповідно $p_1 = 393,28$ кПа $< R_t = 447,47$ кПа, $p_{2cp} = 57,25$ кПа $< R_0 = 447,47$, отже, умови виконуються.



Рисунок 1 – Порівняльне розташування банкетів у двох варіантах.

Варіант 2: Банкети в рівні поверхні ґрунту, див. рис. 1. Розрахунковий опір ґрунту після зворотної засипки $R_{зв.зас.} = 217,2$ кН, тиск на банкети складає $P_{2cp} = 57,25$ кН, сумарний тиск на основу $P_1 = P + P_{1cp} = 302,9 + 90,38 = 393,28$ кН, а розрахунковий опір основи $R_t = 333,73$ кПа. Відповідно $R_{зв.зас.} = 217,2$ кПа $> p_{2cp} = 57,25$ кПа, $p_1 = 393,28 < R_t = 447,47$ кПа, отже, умови виконуються.

Далі був виконаний відповідний кошторис на погонний метр, який враховував в першому випадку банкети в рівні фундаменту, в другому випадку в рівні ґрунту.

Результат розрахунку: вартість першого варіанту 755 грн, вартість другого варіанту 295 грн. Тому можна зробити висновок - вартість робіт зменшилась на 256%.

Розрахунки кошторису були виконані в програмному комплексі АВК.

Висновок

За результатами розрахунку видно суттєве зменшення вартості підсилення фундаменту мілкою закладання банкетів в рівні землі, а саме в 2,5 рази при мінімальному значенні R , а отже у випадку реконструкції будівлі з підсиленням фундаментів цей метод може бути досить економічним.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Основи та фундаменти споруд: ДБН В.2.1-10-2009. зі зміною №1 зі зміною №2 [Чинний від 2009-07-01]. К.: Мінрегіонбуд України, 2009. – 161 с. – (Національний стандарт України).
2. ДБН В.3.1-1-2002 Ремонт і підсилення несучих і огорожувальних будівельних конструкцій і основ промислових будинків та споруд.

Литвинюк Вадим Олександрович – магістрант групи Б-16мі, будівництва теплоенергетики та газопостачання, Вінницький національний технічний університет, Вінниця, e-mail: lutvunykvaldim@gmail.com;

Науковий керівник: **Масевська Ірина Вікторівна** — канд. техн. наук, доцент кафедри будівництва, міського господарства та архітектури, Вінницький національний технічний університет, м. Вінниця.

Vadim O. Lytvynuk - Master of B-16mi, construction, heating and gas, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia, e-mail: lutvunykvaldim@gmail.com;

Supervisor: **Irina V. Maevska** - candidate. Sc. Associate Professor, Department of Construction, urban economy and architecture, Vinnytsia National Technical University. Vinnytsia.

АЛГОРИТМ ДЛЯ РОЗРАХУНКУ НЕСУЧОЇ ЗДАТНОСТІ ПАЛЬ З УРАХУВАННЯМ ХАРАКТЕРИСТИК МІЦНОСТІ ГРУНТУ ЗА ДБН В.2.1-10-2009

Вінницький національний технічний університет

Анотація

В роботі виконано розробку та реалізацію алгоритму для розрахунку несучої здатності паль з урахуванням характеристик міцності ґрунту за ДБН В.2.1-10-2009. Реалізацію здійснено у вигляді веб-сторінки, що дає змогу без встановлення програми швидко провести розрахунок несучої здатності палі, який є доволі трудомістким для виконання вручну.

Ключові слова: палі, характеристики міцності ґрунту, несуча здатність палі.

Abstract

This work includes the development and implementation of the algorithm for calculation the bearing capacity of piles based on strength characteristics of the soil DBN V.2.1-10-2009. The implementation made in the form of a web page, which allows without installation to calculate quick the bearing capacity of the pile, which is quite laborious to perform manually.

Keywords: pile, strength characteristics of soil, the bearing capacity of pile.

Вступ

На допомогу інженерам, проектувальникам та конструкторам будівельних конструкцій все частіше приходять розрахункові програми чи програмні комплекси. Це значно прискорює процес розрахунку і проектування. Однак, в зв'язку з постійним оновленням нормативної бази в будівельній галузі, виникає проблема в оновленні програмного забезпечення та алгоритмів розрахунку, що в ньому реалізуються.

Для розрахунку фундаментів відповідно діючим нормам проектування таких програм не вистачає. Розрахунок несучої здатності забивних паль з введенням в дію ДБН В.2.1-10-2009. Зміна 1 [1] зазнав суттєвих змін – опір по боковій поверхні рекомендується визначати по міцнісним характеристикам ґрунту. Виконання розрахунку несучої здатності паль вручну є доволі трудомістким, а програми, в яких реалізована можливість розрахунку несучої здатності паль базуються на підході нормативних документів [2], що втратили чинність. Існує необхідність для створення програми, за допомогою якої зручно було б зробити розрахунок несучої здатності забивних паль відповідно до чинних норм [1].

Метою роботи є розробка алгоритму для розрахунку несучої здатності забивних паль з урахуванням характеристик міцності ґрунту.

Результати дослідження

Виконаний аналіз існуючих програм для визначення несучої здатності паль показав, що в них реалізований алгоритм у відповідності до нормативних документів [2], що втратили чинність. Наприклад, *naпoCAD Фундаменти* - спеціалізована програма, розроблена на платформі *naпoCAD 3*; програма *StatPile*, «Программа для расчета оснований и фундаментов. Версия V 1.2».

Тому було складено алгоритм для розрахунку несучої здатності паль (не лише забивної), розробка базується на державній нормативній базі [1].

Отримано функціональну веб-сторінку, алгоритм розрахунку якої був написаний за допомогою мови програмування JavaScript (рис. 1).

Розрахунок несучої здатності палі			
Глибина закладання нижнього кінця палі (H)[м]		Грунт під нижнім кінцем	Піщаний ґрунт середньої
Глибина закладання ростверка Z[м]		Кут внутрішнього тупця піска під нижнім кінцем палі(φ)	
Сторона квадратної палі або діаметр круглої(а)[м]		Коефіцієнт умов роботи палі(χ _с)	
Діаметр ушпирення(при відсутності ушпирення дфш=0)[м]		Коефіцієнт умов роботи під нижнім кінцем палі(χ _{ст})	
Показник ковзистості ґрунту під нижнім кінцем (IL)		Форма палі	Кругла
Розрахункове вертикальне навантаження(N)[кН]			
Тип палі	Забивна		
Шар ґрунту №1			
Потужність[кВ]			
Питома вага ґрунту(γII)			
Питома вага ґрунту у виваленому водозатопленні(γ _в)			
Щільний піщаний ґрунт	☐		
Суттєві і суттєві з коефіцієнтом пористості менше 0,5 і глибина z - менше 0,6	☐		
Показник текучості(IL)			
Показник текучості для розрахунку опору під нижнім кінцем(IL)			
Коефіцієнт умов роботи на бічній поверхні палі(χ _б)			
Коефіцієнт Пуассона(ν)			
Питома зчеплення за першим граничним станом(c1)			
Кут внутрішнього тупця за першим граничним станом(φ1)			
Додати шар			
Рівень тривожки вод(WL)			
Розрахувати			

Рис. 1. Загальний вид функціональної веб-сторінки для розрахунку несучої здатності палі

Висновки

Розроблено власний алгоритм та реалізовано його у вигляді веб-сторінки, на якій можна визначити: опір по боковій поверхні, опір під нижнім кінцем палі та несучу здатність палі в цілому, а також допустиме навантаження на палю.

Результати розрахунків протестовані для різних видів палей і повністю співпадають з проведеними вручну розрахунками.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Основи та фундаменти будівель та споруд. Основні положення проектування: ДБН В.2.1-10-2009. Зміна 1 – [Чинні від 2011-07-01]. – К.: Мінрегіонбуд України, 2011 – 55 с. – (Державні будівельні норми України).
2. Свайные фундаменты : СНиП 2.02.03-85 – [Втратили чинність від 2011-07-01]. – М.: ЦИТП Госстроя СССР, 1985. – 48 с.

Локотей Юлія Юрївна – студент групи БМ-146, факультет будівництва, теплоенергетики та газопостачання, Вінницький національний технічний університет, Вінниця lokote@mail.ru

Науковий керівник: **Блашук Наталя Вікторівна** – канд. техн. наук, доцент кафедри будівництва, міського господарства та архітектури, Вінницький національний технічний університет, м. Вінниця.

Lokotey Juliya Y. — Department of Building Heating and Gas Supply, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia, email : lokote@mail.ru;

Supervisor **Natalia V. Blashchuk** - candidate. Sc., assistant professor of department of construction, architecture and municipal economy, Vinnytsia National Technical University. Vinnytsa.

Поверхні навантажень та криві текучості

Вінницький національний технічний університет

Анотація

В роботі підкреслено необхідність застосування до розрахунку ґрунтів крім механіки суцільних середовищ ще і теорію пластичної течії та пов'язану з нею граничну поверхню текучості.

Ключові слова: суцільне середовище, напружено деформований стан, поверхня навантаження, поверхня текучості.

Abstract

In this article pointed on the necessity of using except continuum mechanics also connected with it limiting surface fluidity for the calculation of soil.

Keywords: continuum, stress deformation, surface loading, surface fluidity.

Вступ

Напрацьована математиками (Коші, Пуансоном, Лагранжем та інш.) і інженерами (Сен-Венаном та інш.) теорія пружності довго розглядалась як розділ математичної фізики, а не як інструмент для практичних розрахунків (рис.1).

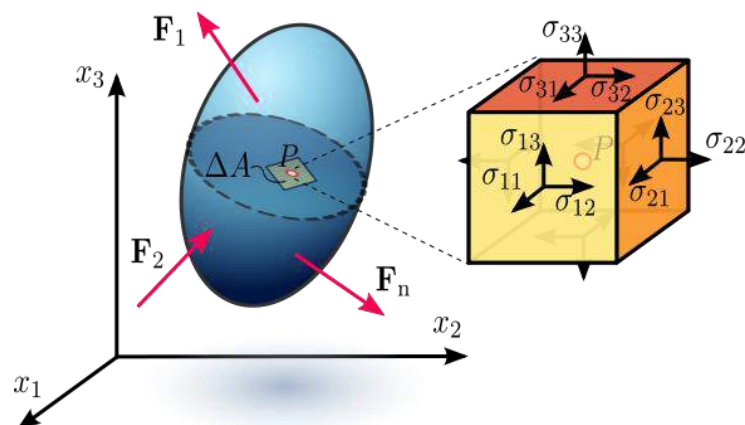


Рисунок 1 - Розподіл напружень на площинах елементарного паралелепіпеда

Стрімкі успіхи в техніці в XX столітті потребували уже практичного використання як теорії пружності так і створення більш точних методів розрахунку.

Серед різноманіття тіл у природі лише мала частина має спроможність відновити свою форму і розміри після зупинки зовнішніх зусиль. Більшість тіл (і ґрунтів) вже після помірних зовнішніх впливів отримують незворотне деформування. В одних тілах ці деформації залежать від швидкості прикладання зовнішніх зусиль (в'язкі чи повзучі тіла), в інших – ні (це пластичні тіла, до яких відносяться метали, сплави, ґрунти). Пластичні деформації сприяють вирівнюванню та перерозподілу напружень.

В механіці суцільних середовищ прийнято розглядати поведінку середовища від дії різних впливів як порушення початкових станів рівноваги між взаємодіючими внутрішніми елементами і як перехід до

нового стану рівноваги в результаті зміни сил, що діють між елементами. Таким чином, задача розв'язується входячи з того, що мають задовільняти умови рівноваги для нескінченно малих елементів середовищ. Додатково ставиться вимога нерозривності середовища, та визначається закон зв'язку між σ – ε .

В теорії граничної рівноваги залишаються ті ж рівняння рівноваги, замість геометричних рівнянь запускається зв'язок між $\sigma - \tau$ (нормальними та дотичними напруженнями) в граничному стані. Що ж відноситься до фізичних рівнянь – використовуються залежності пластичної течії, що моделюють розвиток пластичних деформацій.

Поведінка реальних деформовних середовищ (в тому числі і ґрунтів) має більш багатий зміст, ніж співвідношення механіки суцільних середовищ.

В цьому випадку часткові теорії, що опираються на експеримент і сформульовані для визначних класів матеріалів і діапазонів зміни параметрів стають більш сприйнятливими для практичного прикладання.

В результаті зміни зовнішніх тіл, що діють на тіло, і переміщення його границі здійснюється зміна НДС кожного його елемента. Процес зміни напружень σ_j в елементі називають процесом навантаження, а зміну його деформацій e_j – процесом деформування.

Любий із цих процесів можна подати у вигляді кривих траєкторій в деяких фазових просторах, координатами якого є параметри σ_j чи e_j .

Найпростіший приклад таких просторів – декартовий простір напружень, повздовж ортів якого відкладається компоненти тензора напружень. Траєкторія, що викреслює кінець вектора напружень σ_j є траєкторією чи шляхом навантаження (поверхневого навантаження).

Висновки

Поверхня навантаження грає вирішальну роль у встановленні зв'язку “напруження - деформації”. Та нічого більше, чим її невідгнутість загальна теорія дати не може. Лише в частковому випадку ідеальної пластичності можлива деяка конкретизація форми поверхні навантаження (умови текучості), тому матеріал є нормально ізотропним, тобто має однакові властивості незалежно від вибору напрямку.

Геометричним місцем точок переходу з пружного в пластичний стан є гранична поверхня, вид якої залежить від ідеалізації поведінки пластичного тіла. Граничні поверхні мають назву криві текучості.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. А.С.Моргун, І.М. Меть, А.В. Ніцевич, “Моделювання ефекту взаємодії системи “Будівля-фундамент- основа” за числовим методом граничних елементів” Вінниця, ВНТУ, 2010 - 40 с.

2. https://uk.wikipedia.org/wiki/Поверхня_плинності.

Алла Серафимівна Моргун – науковий керівник, доктор технічних наук, професор, завідувач кафедри ПЦБ, Вінницький національний технічний університет, Вінниця.

Ігор Ігорович Шевченко – студент групи Б-14б, факультет будівництва теплоенергетики та газопостачання, Вінницький національний технічний університет, Вінниця.

Alla Serafimovna Morgun – superviros, PhD, professor, head of department ICE, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia.

Ihor Ihorovich Shevchenko – student B-14b, Department of Building Heating and Gas Supply, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia.

РОЗРАХУНОК ПІДСИЛЕННЯ ПАЛІ ЗАКРІПЛЕННЯ ҐРУНТУ ОСНОВИ

Вінницький національний технічний університет

Анотація

Запропоновано збільшення несучої здатності палі шляхом закріплення ґрунту навколо неї методом силікатизації. Виконані попередні розрахунки ефекту від такого закріплення. Метод пропонується для реконструкції існуючих будівель на палових фундаментах.

Ключові слова: паля, несуча здатність палі, силікатизація, хімічне закріплення, силікат натрію.

Summary

An increase in the carrying capacity of piles by consolidating soil around it by silicatzation. Completed preliminary calculations of the effect of this consolidation. The method proposed for the reconstruction of existing buildings on pile foundations.

Keywords: pile, bearing capacity of piles, silicatzation, chemical fastening, sodium silicate.

Вступ

При збільшенні навантаження внаслідок реконструкції часто виникає потреба у підсиленні пального фундаменту. Найбільш розповсюдженим методом є підведення додаткових палі. Але таке підведення пов'язане з використанням громіздкого устаткування та виконанням земляних робіт. Альтернативою підведення палі може бути закріплення ґрунту навколо палі шляхом ін'єктування хімічних розчинів. В літературі майже відсутні результати досліджень такого методу підсилення. Отже таке дослідження є актуальним.

Результати дослідження

В роботі було проведено розрахунок палі, яка підсилюється шляхом закріплення ґрунту навколо неї. Для розрахунку прийняли 10 метрову забивну палю. Проведено аналітичний розрахунок її несучої здатності в певних ґрунтових умовах. Після чого підніmemo її несучу здатність зміцнивши основу навколо палі за допомогою хімічного закріплення, а саме використавши метод силікатизації. Основним матеріалом для силікатизації є рідке скло - колоїдний розчин силікату натрію. Спосіб дозволяє надати ґрунтам більшої несучої здатності.

Розрахунок несучої здатності 10 метрової палі з поперечним перерізом 0,3х0,3 м здійснювався за рекомендацією норм [1]

Ґрунтові умови: суглинок тугопластичний жовто-сірий.

Основні характеристики до підсилення:

Питома вага $17,7 \text{ кН/м}^3$.

Показник текучості $I_L = 0,4$.

Кут внутрішнього тертя $\varphi = 26^\circ$.

Питоме зчеплення $C = 15 \text{ кПа}$.

Коефіцієнт Пуасона $\nu_1 = 0,35$.

Результат розрахунку показав що несуча здатність палі становить $F_d = 445,03 \text{ кПа}$. Після чого спробуємо збільшити несучу здатність однорозчиною силікатицазією на основі силіката натрія. Міцність закріпленого ґрунту при стиску буде в межах $R = 0,5 - 1,5 \text{ МПа}$. Згідно з довідником проектувальника [2] характеристики ґрунту після закріплення можуть мати такі значення.

Основні характеристики при $R = 0,5 \text{ МПа}$:

Кут внутрішнього тертя $\varphi = 26^\circ$.

Питоме зчеплення $C = 50 \text{ кПа}$.

Коефіцієнт Пуасона $\nu_1 = 0,30$.

Результат розрахунку: $F_d = 626,66$ кПа. Несуча здатність збільшилась на 140%.

Основні характеристики при $R = 1,5$ МПа:

Кут внутрішнього тертя $\varphi = 42^\circ$.

Питоме зчеплення $C = 110$ кПа.

Коефіцієнт Пуасона $\nu_i = 0,2$.

Результат розрахунку: $F_d = 995,17$ кПа. Несуча здатність збільшилась на 220%.

При визначенні несучої здатності палі підвищені характеристики міцності використовували лише по боковій поверхні палі як це передбачено чинними нормами. Реально при значній глибині ін'єктора, більше довжини палі, ґрунт покращиться і під нижнім кінцем, тому загальний ефект від закріплення може бути ще більший. Для уточнення загального ефекту від закріплення ґрунту навколо палі планується проведення експериментальних випробувань палей.

Висновки

За результатами розрахунку видно суттєве збільшення несучої здатності палі, майже в 1,5 рази при мінімальному значенні R , а отже у випадку реконструкції будівлі з підсиленням фундаментів цей метод може бути досить економічним.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Основи та фундаменти споруд: ДБН В.2.1-10-2009. зі зміною №1 зі зміною №2 [Чинний від 2009-07-01]. К.: Мінрегіонбуд України, 2009. – 161 с. – (Національний стандарт України).
2. Основания, фундаменты и подземные сооружения/[М. И. Горбунов- Посадов, В. А. Ильичев, В. И. Крутов и др.]; под общ. Ред. Е. А. Сорочана и Ю. Г. Трофименкова. - М.: Стройиздат, 1985. – 480 с. (Справочник проектировщика).

Юра Сергій Миколайович – магістрант групи Б-16мі, будівництва, теплоенергетики та газопостачання, Вінницький національний технічний університет, Вінниця, e-mail: hudogiche@mail.ru;

Науковий керівник: **Маєвська Ірина Вікторівна** — канд. техн. наук, доцент кафедри будівництва, міського господарства та архітектури, Вінницький національний технічний університет, м. Вінниця.

Serhey M. Yura - Master of B-16mi, construction, heating and gas, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia, e-mail: hudogiche@mail.ru;

Supervisor: **Irina V. Maevska** - candidate. Sc. Associate Professor, Department of Construction, urban economy and arhitekstury, Vinnytsia National Technical University. Vinnitsa.

Стан енергоефективності в Україні та світі

Вінницький національний технічний університет

Анотація

Розглянуто стан енергоефективності в Україні та світі і запропоновано шляхи її вирішення.

Ключові слова:

енергоефективність; енергозберігаючий будинок; джерела тепла; енергоекономний будинок; системи кондиціонування; теплоізоляція; герметичність; містка холоду; рекуперація тепла; енергозберігаючі технології.

The state of energy efficiency in Ukraine and the world

Abstract

Reviewed the status of energy efficiency in Ukraine and ways of its solution.

Key words:

energy efficiency; energy house; heat sources; energy-efficient home air conditioning systems; insulation; air tightness; most cold; heat recovery; energy saving technologies.

Під енергоефективним будівництвом розуміють створення будинків, що потребують менше енергії на опалення, вентиляцію, охолодження, освітлення, тощо у порівнянні з більшістю наявних на даний час будинків.

Метою енергетично-доцільного будівництва є скорочення споживання енергоресурсів. Завдяки скороченню споживання енергії в ситуації стрімкого вичерпання запасів вугілля, газу та нафти, ми не лише знижуємо викиди вуглекислого газу (CO₂), але й наші витрати на енергію.

В останні десятиріччя у процесі постійного розвитку з'явилися нові форми енергетично-розумних

та економних будівельних форм. Їх потенціал енергозбереження та пов'язаної з цим економії фінансів розкривається насамперед в процесі дуже вигідної експлуатації такого типу будинків, адже

висока якість будівництва та високий потенціал економії протягом експлуатації є особливо привабливими для власників-забудовників. Також у випадку продажу нерухомості тема енергоефективності стане в майбутньому, як це вже сьогодні загально прийнято у Західній Європі, вирішальною для забудовників. Адже опалення взимку та охолодження влітку — це серйозні статті витрат в експлуатації будинку.

Показники енергоспоживання у старих будинків захмарні. Ми буквально опалюємо вулицю, і це, на жаль, вже не в переносному значенні — у містах завжди тепліше, ніж в селі, і це також тому, що наші будинки випромінюють тепло. У порівнянні з країнами ЄС, витрати енергії для опалення в Україні є у 2 – 3 рази вищими (клас будівель F, E). В Європі це - D, C. За новими нормами енергопотреб будівель віднесено до класу - B. Реально проведена комплексна термомодернізація споруд сьогодні дозволяє досягати як ДБН-значення (клас B) так і перспективного значення (клас - A). При цьому втрати теплової енергії будинком, а також потенціал енергозбереження сьогодні має такий розподіл :

- зовнішні стіни – 40 % (потенціал економії – 70 %);
- вікна, двері – 25 % (потенціал економії – 50 %);
- вентиляція – 15 % (потенціал економії 65 %);
- гаряча вода – 10 % (потенціал економії – 30 %);
- дах, підлога – 8 % (потенціал економії – 50 %);
- трубопроводи, арматура – 2 % (потенціал економії 35 %).

Для того, щоб реалізувати дійсно доцільні заходи реконструкції будинку за стандартом енергоефективності або у будівництві нового енергозберігаючого будинку

потрібно індивідуально дослідити усі точки, в яких будинок взимку втрачає тепло, а влітку — енергію на охолодження. Адже тільки за умови добре продуманого, всебічно обґрунтованого застосування інженерних технологій можливо побудувати домівки, школи та фабрики майбутнього.

Під час проведення дослідження необхідно уважно розглянути кожний окремий будівельний елемент на предмет його актуального стану та потенціалу оптимізації, з тим, щоб застосувати найбільш доцільні заходи. Наші будинки витрачають енергію багатьма шляхами, у той час як параметри, завдяки яким можна отримувати додаткове тепло в дім, не оптимізуються. Поряд з великими витратами тепла у багатьох будинках не використовується потенціал сонця для пасивного нагрівання будинку, тому що такі будинки мають лише дуже маленькі вікна на півдні. В енергозберігаючому будинку наявна пасивна енергія, така, як сонячне світло, а також внутрішні джерела енергії, такі як випромінювання тепла людьми та побутовою технікою, оптимально використовується для опалення будинку.

При будівництві енергоекономного будинку слід звертати увагу на оптимальний показник відношення A/V (площу зовнішньої поверхні будинку розділити на об'єм будинку — фактор зовнішньої поверхні). Цей показник має бути якомога нижчим. Отже геометрично-компактні споруди мають найменший рівень витрат тепла, тому що їх внутрішній об'єм обмежується мінімальною площею зовнішньої поверхні.

Особливо якісна теплоізоляція, як вже зазначалось, допоможе берегти енергію також і влітку, адже теплоізоляція утримує спеку ззовні і як що Ви, наприклад, будете відкривати вікна лише ввечері, то таким чином Ви зможете повністю обходитись без системи кондиціонування.

Висока герметичність конструкції запобігає неконтрольованому обміну повітря, що має

великі переваги для Вас: не втрачається коштовна опалювальна енергія, приємний внутрішній клімат у приміщенні не порушується повітряними протягами, на теплоізованих конструкціях не виникають будівельні дефекти, пов'язані з їх постійним зволоженням (тепле внутрішнє повітря, що має в собі вологу, виходить крізь конструкції будівлі на зовні і при охолодженні виділяє цю вологу в конструкційні елементи у вигляді конденсату).

У сучасних будинках вікна використовуються лише для освітлення та провітрювання приміщень. Однак, якщо вікна відповідають сучасному стану технічного розвитку, то вони можуть виконувати набагато більше корисних функцій. В енергозберігаючому, а також в пасивному будинках вікна виконують роль «пасивних» накопичувачів сонця — взимку вони збирають сонячну енергію, яка обігріває приміщення, розташовані за цими вікнами. Влітку вікна з високим показником теплопередачі утримують спеку ззовні будинку за аналогічним принципом. На південній стороні будинку вікна необхідно додатково затінювати маркізами, для того, щоб приміщення постійно залишались приємно прохолодними і ми не витрачали енергію на кондиціонування повітря.

Одним з показників по втраті тепла у будинку — це містки холоду. Конструкційні елементи будівлі, через які скоріше проходить вихід тепла назовні, ніж через прилеглі до них інші будівельні елементи.

Використання відновлювальної енергії перш за все сонячної, геотермальної енергії, біомаси, а також енергії води та вітру — доцільно використовувати у будівництві, що дає можливість позбутися залежності від споживання газу та нафти.

Отже метою енергоефективного будівництва має бути доведення до мінімуму витрат енергії на опалення та вентиляцію, поширення залучення енергії сонця і використання внутрішніх джерел тепла, та тривала економія коштів після первісно більш високих інвестицій. При цьому засоби досягнення цієї мети однакові у всіх типах енергозберігаючих будинків, вони лише застосовуються в різних масштабах.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Проект GTZ «Енергоефективна забудова –пілотний проект в Україні» Режим доступу: I www.eepp.org.ua
2. Держенергоефективності України. Режим доступу: <http://saee.gov.ua/uk/activity/plany-ta-zvity>
3. Шевцов В., Бараннік В., Земляний М. Рязова Т. Енергоефективність у регіональному вимірі. Проблеми та перспективи. Аналітична доповідь // Регіональний філіал Національного інституту стратегічних досліджень в м. Дніпропетровську. – Дніпропетровськ, 2014. – С. 5–12).

Ровенчак Тетяна Гаврилівна – асистент кафедри будівництва, міського господарства і архітектури. Вінницький національний технічний університет, Вінниця, e-mail: tet.grigorencko@yandex.ua

Ваховський Св'яtosлав Олегович – студент групи Б-15мс, факультет будівництва теплоенергетики та газопостачання, Вінницький національний технічний університет

Rovenchak Tatiana Gavrilovna - assistant of construction, urban and architecture. Vinnitsa National Technical University, Vinnytsia, e-mail: tet.grigorencko@yandex.ua

Global Svyatoslav Olegovich – - a student of B-15ms, Department of construction of thermal power and gas, Vinnytsia National Technical University

ФОРМУВАННЯ АРХІТЕКТУРНОГО СЕРЕДОВИЩА ДОШКІЛЬНИХ НАВЧАЛЬНИХ ЗАКЛАДІВ

Вінницький національний технічний університет

Анотація

Розглядаються питання розвитку сучасної архітектури дошкільних навчальних закладів, приведений ряд пропозицій архітектурних методів і засобів щодо вдосконалення будівель дошкільних навчальних закладів.

Ключові слова: архітектурне середовище, благоустрій, архітектурно-художні методи і засоби.

Abstract

The problems of the modern architecture of pre-schools, reduced number of proposals architectural methods and tools for improving buildings pre-schools.

Keywords: architectural environment, landscaping, architectural and artistic methods and tools.

Актуальність теми. Дошкільний вік є першим і одним з найважливіших періодів в становленні індивідуально-особистісних якостей формування фундаментальних знань, умінь, навичок, здібностей людини - тих основ, розвиток яких триває протягом усього періоду людського життя. Значення ДНЗ багаторазово зростає в умовах динамічного розвитку суспільства, культури, міждержавних відносин, високого темпу розвитку технологій. В цьому випадку розвиваючий потенціал архітектури будівель ДНЗ відіграє особливу роль в рамках створення інформаційного простору, де втрата його якісних характеристик веде до втрати багатьох потенційних можливостей дитини в майбутньому.

Зараз, незважаючи на те, що тенденції розвитку суспільства, культури, освіти змінюються, будівлі ДНЗ продовжують проектуватися і реконструюватися «по-старому». У зв'язку з цим актуальності набуває проблема оцінки якості архітектурного середовища для дошкільної освіти, де зростання соціальних вимог, вдосконалення навчально-виховного процесу та динаміка розвитку науково-технічних розробок залишаються неврахованими. Реконструкція і капітальний ремонт існуючого фонду будівель ДНЗ проводиться без урахування сучасної соціальної ситуації, з недоглядом особливостей активності населення і специфіки проведення освітнього процесу.

У зв'язку з цим актуальним стає прогнозування і розвиток комплексної моделі будівлі ДНЗ в рамках відповідності функціонально-планувальної гнучкості, конструктивної раціональності, індивідуальності та оригінальності архітектурного вигляду, з урахуванням сучасних вимог до архітектурного середовища для дошкільних навчальних закладів, розвитку їх в майбутньому.[1,2]

Мета роботи. Розробка науково-обґрунтованих принципів, методів і засобів організації архітектурного простору сучасних дошкільних навчальних закладів.

Активне освоєння ігрового простору дітьми дошкільного віку і потреба в проведенні рухливих ігор дозволяють розширити діапазон архітектурно-художніх засобів і поглянути під новим кутом на формування архітектурного простору будівель ДНЗ, як внутрішнього, так і простору ділянки при будинку. Виходячи з цього, слід перетворити ділянку для прогулянок в цікавий і пізнавальний простір для ігор і відпочинку, попередньо об'єднавши його із конструктивними елементами будівлі. Частина пандуса або схил покрівлі можуть виконувати функцію майданчика-гірки для катання в зимовий час, а в літній - служити виразним елементом ландшафтного рішення всієї території ДНЗ.

В рамках оптимізації функціонально-планувальної структури архітектурного середовища для дошкільної освіти пропонується забезпечення гнучкості і мобільності планувальної структури ДНЗ. Наведений ряд напрямків вдосконалення архітектури дитячих садків може бути реалізований при використанні наступних методів.

Метод вікової диференціації і регульованою автономності. Застосування цього методу враховує вікові відмінності розвитку дитячої психіки і поведінкові особливості дітей різного віку. Його рекомендується використовувати при формуванні функціонально-планувальної структури ДНЗ, оскільки він дозволяє нейтралізувати психологічну нестабільність вихованців (швидку зміну настрою

і стомлюваність). Даний метод передбачає оснащення зон (приміщень) для активних і гучних ігор «затишними» куточками, зонами відпочинку, вікнами-нішами і т.п.

Метод організації просторів різного ступеня ізоляції реалізується в спальних приміщеннях ДНЗ для забезпечення візуальної ізоляції на час сну. Планувальна організація приміщень в даному випадку передбачає просторовий розподіл на невеликі візуально ізольовані простори. Це дозволяє за допомогою планувальних засобів організувати індивідуальне місце і сприяти вихованню такої якості як звичка до порядку.[1,3]

Метод функціонального запозичення - припускає використання (приєднання) одного і того ж приміщення до різних функціональних зон в залежності від необхідності. Застосування даного методу при організації загального приміщення для занять на кордоні двох групових осередків сприяє вирішенню ряду організаційних завдань навчально-виховного процесу за рахунок поперемінного його використання.

Використання трансформаційних перегородок дозволяє ділити простір на окремі зони і дає можливість проводити роботу, як з групою дітей, так і з кількома підгрупами одночасно.

Метод багатошарової інформативності. В архітектурі ДНЗ велике значення має активізація архітектурних якостей, які сприятимуть створенню нестандартних рішень будівель для дошкільної освіти. Це досягається, за рахунок використання сукупності пластичних, фактурних і колірних характеристик архітектурної форми.

Новим рішенням на шляху вдосконалення архітектурного простору у вітчизняній практиці є запозичення деяких архітектурних елементів, що зустрічаються за кордоном: сходи Скотта Джонса, вирішені у вигляді поєднання гвинтових сходів і гірки. [1]

Висновки. Можна відзначити, що архітектурне середовище будівель ДНЗ знаходиться в нерозривній залежності від змін, що відбуваються в різних сферах діяльності суспільства. Переосмислення підходів до формування архітектурного середовища для дошкільної освіти зумовлює вдосконалення та подальший розвиток архітектури ДНЗ. Закріплення цих змін дозволяє реалізувати ідею створення гнучкого сучасного архітектурного середовища для дошкільної освіти. Ряд зроблених пропозицій дозволить в рамках розвитку архітектури ДНЗ визначати здатність будівельних об'єктів розвиватися і адаптуватися до змін зовнішніх і внутрішніх умов в часі.

Список використаної літератури

1. Ламехова Н. В. Аспекты формирования архитектурной среды для дошкольного образования // «Архитектон: известия вузов» № 34 Июнь 2011.-С.22-27
2. Кадурина А.О. Оптимизация поиска архитектурно-художественного образа детского сада // Вісник Харківської державної академії дизайну і мистецтв: 3б. наук. пр. за ред. В.Я. Даниленка. - Харків: ХДАДМ, 2004. - №7. – С. 166-173.
3. Ковальський В.П., Лисій Г. І. Особливості планувальних рішень дитячих дошкільних закладів // Науково-технічний збірник №2-Вінниця 2016.-С.85-88

Автор доповіді Лисій Галина Іванівна, факультет будівництва, теплоенергетики та газопостачання, група БМ-16мі.

Науковий керівник – Ковальський Віктор Павлович, кандидат технічних наук, доцент.

Вінницький національний технічний університет, м. Вінниця.

Author of the report **Lysiy Galina** faculty building, power and gas, the group BM-16 me.

Supervisor **Victor Kovalskiy** - Ph.D., assistant professor.

Vinnitsya National Technical University, Vinnitsya.

ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНІ ДОСЛІДЖЕННЯ ТЕПЛОПРОВІДНОСТІ БАГАТОШАРОВИХ БУДІВЕЛЬНИХ КОНСТРУКЦІЙ

Вінницький національний технічний університет

Анотація

В даній статті розглядається експериментальне дослідження теплопровідності багатошарової конструкції при зміні у часі температури, яке проводилося на експериментальній установці. Показано залежність зміни температури в досліджувальній конструкції.

Ключові слова: багатошарова конструкція, теплопровідність, експериментальна установка, досліджувальна конструкція.

Abstract

This article deals with an experimental study of thermal conductivity of a multilayer construction in the time variation of the temperature, which was conducted in an experimental installation. The dependence of temperature changes in the study construction.

Keywords: the multilayer construction, the thermal conductivity, experimental installation, the study construction.

Вступ

Зі зменшенням запасів енергоресурсів в будівельній справі все гостріше постає проблема дослідження теплопровідності різноманітних матеріалів в поєднанні їх одного з одним. Метою їх компоновки є зменшення теплопровідності стін житлових будинків та інших будівельних споруд. Добре відомим фактом є той, що через стіни житлових будинків втрачається близько половини тепла. Для створення більш досконалих будівельних конструкцій з підвищеними теплозахисними властивостями потрібно накопичення досить повної і достовірної інформації про процеси переносу тепла в багатошарових конструкціях [1].

Основна частина

Виконання експериментальних досліджень виконувалось на експериментальній установці, яка складається з досліджувальної конструкції та двох камер: «холодної» та «теплової». Для забезпечення рівномірних теплових потоків на робочих поверхнях конструкції по його периметральним граням було створено охорону зону з екструдованого пінополістирола Symmer xps extra durable insulation. Ефективний теплообмін між робочими гранями фрагмента і повітрям в «холодильній» камері забезпечується за допомогою повітряного компресора, який через трубопроводи здійснює подачу холоду. За допомогою ртутного термометра, який встановлений з боку «холодильної» камери на середині висоти, підтримуються температура, що імітує зовнішнє повітря.

В «тепловій» камері встановлено електричний обігрівач, який здійснює подачу тепла, за допомогою ртутного термометра, який встановлений з боку «теплової» камери на середині висоти, підтримуються температура, що імітує внутрішнє повітря.

Досліджувальна конструкція складається із шару цегли лицьової, товщиною 120 мм, шару цегли повнотілої, товщиною 250 мм та утеплювача із мінеральної вати Isover, товщиною 100 мм. Для дослідження теплопровідності в конструкції стіни було встановлено 11 датчиків температури, які було позначено T1 – T11. Для зниження контактного опору між матеріалом стінової конструкції і датчиком приладу використовувалася теплопровідна паста Kill-8. Термопари кріпились до конструкції з однієї сторони, а з іншої виведені кінці підключено до цифрового термостата STN0024UW-v3, який показував температуру кожного з матеріалів.

Дослідження температур виконувалось після того як в «тепловій» камері було створено зону внутрішнього повітря, яка дорівнювала +20°C за допомогою електричного нагрівача, а в «холодильній» камері створювалась зона зовнішнього повітря, яка дорівнювала -10°C за допомогою компресора, який подавав холодне повітря. Після встановлення відповідних температур у камерах, електронагрівач та компресор було вимкнено[2].

Створивши відповідну зону за допомогою цифрового термостата здійснювалось замірювання температури в кожному шарі конструкції та її краях. Контрольні вимірювання проводилися безперервно протягом 1 години кожні 10 хвилин із записом показань термопар до настання стаціонарного режиму, а накопичення результатів вимірювання виконувалось за допомогою програми EXEL. Коливання результатів вимірювань температури в умовах установленого теплового потоку не перевищували границі допустимих основних похибок. Максимальне відхилення від середньої величини не перебільшувало 3%, що свідчить про достовірність отриманих результатів.

За допомогою експериментальних досліджень встановлено графічну залежність зміни температури в досліджувальній конструкції. На рисунку 1 показано графічну залежність зміни температури від часу.

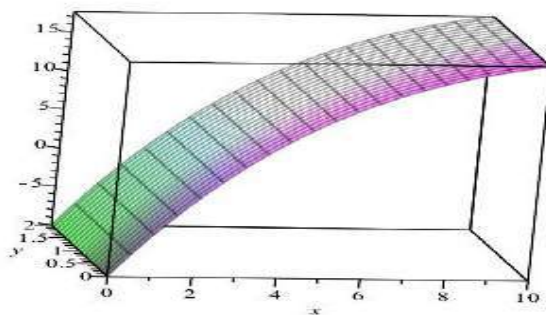


Рисунок. 1. - Графік зміни температури в конструкції стіни

Температура в конструкції змінюється не лінійно, а поступово, тільки в середині утеплюючого матеріалу можна спостерігати невелику лінійну залежність.

Висновки

Результати дослідження нестационарного теплопереносу в стіновій конструкції не є досить вичерпними. Вони лише характеризують особливості та можливості експериментальної установки, що дозволяє побачити зміну температури зовнішнього та внутрішнього повітря (в «холодній» та «тепловій» камері). Для більш детального розуміння процесів внутрішньої теплопередачі тепла в стіновій конструкції необхідно знати не тільки функціональні зміни температури з часом, але і

швидкості їх зміни $\frac{\partial t}{\partial \tau}$, які легко знаходяться на основі експериментальних даних. Такі залежності дозволяють визначити найважливіші характеристики нестационарного теплообміну: градієнти та перепади температур.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. ДБН В.2.6-31:2006. Конструкції будинків і споруд. Теплова ізоляція будівель. – К., 2006. – 66 с.
2. Пашинський В.А. Методика експериментальних досліджень теплової надійності стінових конструкцій / Пашинський В.А., Плотніков О.А. // Ресурсоекономні матеріали, конструкції, будівлі та споруди : Збірник наукових праць – Рівне, 2012. – Випуск 24. – С. 371-376.
3. Фаренюк Г.Г. Основи забезпечення енергоефективності будинків та теплової надійності огорожувальних конструкцій. –К.:Гама-Принт, 2009. -216 с.

Рундюк Світлана Володимирівна, інженер, Факультет будівництва, теплоенергетики та газопостачання, Вінницький національний технічний університет, м. Вінниця, runduyksv@gmail.com

Runduyk Svetlana, engineer, Faculty for Civil Engineering, Thermal Power Engineering and Gas Supply, Vinnytsia national technical university, Vinnytsia city, runduyksv@gmail.com

ІНФРАСТРУКТУРА ЖИТТЄЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ДОМАШНІХ ТВАРИН НА ПРИКЛАДІ МІСТА ВІННИЦЯ

Вінницький національний технічний університет

Анотація

Запропоновано елементи розвитку інфраструктури життєзабезпечення домашніх тварин на прикладі м.Вінниця.

Ключові слова: домашні тварини, інфраструктура, майданчики для тварин, смітники.

Abstract

Proposed elements of life support infrastructure pets for example Vinnitsa.

Keywords: pets, infrastructure, areas for animals, garbage.

Вступ

Одним із важливих критеріїв належності до європейської цивілізації є ставлення суспільства до тварин.

Через відсутність у достатній кількості, створених та належним чином облаштованих, місць та зон для виходу, дресирувальних майданчиків власники здійснюють вихід собак на територіях загального користування, у зелених і рекреаційних зонах, що призводить до збільшення конфліктних ситуацій між власниками тварин та пересічними громадянами.

Метою роботи є розробка інфраструктури життєзабезпечення домашніх тварин у м.Вінниця [1].

Результати дослідження

В першу чергу необхідно забезпечити місто майданчиками для дресирування домашніх тварин, а також смітниками для прибирання за ними.

По-друге потрібно встановити сучасні притулки для тварин, в яких забезпечуватиметься догляд за тваринами та їх лікування.

По-третє – це встановлення готелів та служб по догляду за тваринами у період відсутності власників.

Висновки

Встановлено, що запропоновані елементи інфраструктури дозволяють покращити загальний стан міського середовища та знизити рівень конфліктогенності у суспільстві.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Рішення "Про затвердження Київської міської програми контролю за утриманням домашніх тварин та регулювання чисельності безпритульних тварин гуманними методами на 2012 - 2016 роки" [Електронний ресурс] // КИЇВСЬКА МІСЬКА РАДА. – 2012. – Режим доступу до ресурсу: http://kmr.ligazakon.ua/SITE2/1_docki2.nsf/alldocWWW/66005D2D00FA0DA0C2257A3000686B74?OpenDocument.

Тимошенко Віталій Олександрович — студент групи БМ-136, факультет будівництва теплоенергетики та газопостачання, Вінницький національний технічний університет, Вінниця, e-mail: vitaliktymoshenko@gmail.com

Науковий керівник: **Швець Віталій Вікторович** — канд. техн. наук, доцент, викладач кафедри будівництва міського господарства та архітектури, Вінницький національний технічний університет, м. Вінниця

Tymoshenko Vitalii O. — Department of Building, Heating and Gas Supply, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia, email : vitaliktymoshenko@gmail.com

Supervisor: **Shvets Vitalii V.** — Cand. Sc. (Eng.), Docent, Lecturer at the Department of Construction, Architecture and Municipal Economy, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia.

**Т. М. Ткаченко
В. А. Мілейковський**

ДОСЛІДЖЕННЯ ТЕПЛОПЕРЕДАЧІ В ЕНЕРГОЕФЕКТИВНИХ ЗЕЛЕНИХ ПОКРІВЛЯХ

Київський національний університет будівництва і архітектури

Анотація

Вперше створено фізичну модель та методику дослідження теплопередачі в рослинному шарі екстенсивної зеленої покрівлі при різній швидкості вітру в аеродинамічній трубі.

Ключові слова: теплопередача, енергоефективні зелені покрівлі, рослинний шар, трав'яний шар, аеродинамічна труба

Abstract

First, a physical model and a method for experimental research of heat transfer in plant layer of extensive green roof at different wind velocity in a wind tunnel are designed.

Keywords: energy-efficient green roofs, plant layer, grass layer, wind tunnel

Вступ

На сьогодні у світі спостерігається зростання інтересу до зеленого будівництва. Це обумовлено, з одного боку, енергетичною кризою, з іншого – екологічними і соціальними проблемами. Одним з актуальних напрямків зеленого будівництва є створення зелених покрівель. Останні мають ряд переваг, основними з яких є: зменшення навантаження на зливові міські стоки, заощадження чистої води, додаткове утеплення, випарне охолодження за рахунок транспірації (випаровування вологи), звукоізоляція, пом'якшення ефекту «теплових островів», збереження флори і фауни.

В Україні у зв'язку з енергетичною кризою особливо цікавим і актуальним є вивчення теплопередачі в зеленій покрівлі. Існують численні зарубіжні дослідження з даного питання. Деякі з них ґрунтуються на створенні фізичних моделей [1]. Однак, усі проведені дослідження розглядають трав'яний шар або в комплексі з іншими шарами покрівлі, або разом з фізико-хімічними властивостями ґрунту. Відсутні дослідження процесу теплопередачі в живому рослинному шарі покрівлі окремо, хоча вони актуальні для екстенсивних та деяких інтенсивних типів покрівель. Це дозволяє визначити внесок рослинного шару до теплозахисних властивостей конструкції. Також при удосконаленні виробником інших шарів конструкції є можливість виконати теплотехнічний розрахунок та розрахунок тепловтрати приміщень без додаткових випробувань її в цілому. В Україні відсутні серйозні базові дослідження в цьому питанні [2].

Метою роботи є створення методики експериментального дослідження коефіцієнта теплопередачі живого рослинного шару (трав'яний газон) зеленої покрівлі екстенсивного типу при різній швидкості вітру, яка створюється в аеродинамічній трубі, а також оцінити охолоджувальний ефект трави від транспірації (рис.1).

Результати дослідження

Для визначення коефіцієнта теплопередачі трави необхідно виміряти температурне поле над ґрунтом і під ґрунтом та визначити тепловий потік за потужністю рівномірного підґрунтового підігріву або охолодження. Процес теплопередачі складний через значну нерівномірність розподілу коефіцієнта теплопередачі до повітря крізь рослинний шар за рахунок бокових ефектів вздовж периметра моделі. Рівномірний тепловий потік від підґрунтового підігріву або охолодження перерозподіляється в товщі ґрунту. За розподілом температури в нижньому і верхньому шарах ґрунту, а також за відомим тепловим потоком від підґрунтового підігріву або охолодження, можливо визначити розподіл температури й теплового потоку всередині ґрунту та розподіл теплового потоку

від верхньої поверхні ґрунту в трав'яний шар. Для цього використовується диференціальне рівняння теплопровідності. Якщо ґрунт однорідний, а теплообмін стаціонарний, то розподіл температури в ґрунті при таких граничних умовах не залежить від його коефіцієнта теплопровідності. Те ж стосується теплового потоку крізь зазначену поверхню, віднесеного до середнього значення цього потоку. За розподілом теплового потоку та температури верхньою поверхнею ґрунту і за температурою навколишнього повітря визначається коефіцієнт теплопередачі трав'яного шару в центральній частині та по боках моделі (бокові ефекти).



Рис. 1. Фізична модель екстенсивної зеленої покрівлі з підґрунтовим підігрівом в аеродинамічній трубі

Висновки

Для зелених покрівель екстенсивного типу створена фізична модель для вивчення коефіцієнта теплопередачі крізь рослинний шар. Уперше випробування проводяться в лабораторних умовах в аеродинамічній трубі при різних швидкості вітру. За визначеними розподілом теплового потоку верхньою поверхнею ґрунту і температурою навколишнього повітря визначається коефіцієнт теплопередачі трав'яного шару.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Castleton H.F. Green roofs; building energy savings and the potential for retrofit / Castleton H.F., Stovin V., Beck S.B.M., Davison J.B. // *Energy and Buildings*. – Vol. 42, Iss. 10. – Elsevier, 2010. – P.1583-1591.
2. Плоский В.О. Моделювання термічного опору трав'яного шару зеленої покрівлі/ Плоский В.О., Ткаченко Т.М., Мілейковський В.О., Дзюбенко В.Г. // *Вісник Національного університету «Львівська політехніка»*. Збірник наукових праць. Серія: «Теорія і практика будівництва» - № 844. – Львів: «Львівська політехніка», 2016. – С. 158-163.

Ткаченко Тетяна Миколаївна – к.б.н., доц., докторант кафедри охорони праці і навколишнього середовища, Київський національний університет будівництва і архітектури, Київ, e-mail: tkachenko_1974@inbox.ru

Мілейковський Віктор Олександрович – к.т.н., доц. кафедри теплогазопостачання і вентиляції, Київський національний університет будівництва і архітектури, Київ.

Tkachenko Tetiana N., Ph. D. (Biol.), Associate Prof., department of Chair of Occupational Safety and Environment, Kyiv National University of Construction and Architecture, Kyiv, e-mail: tkachenko_1974@inbox.ru

Mileikovskyi Viktor O., Ph. D (Eng.), Associate Prof., Department of Heat and Gas Supply and Ventilation, Kyiv National University of Construction and Architecture, Kyiv.

ЗАКОНОМІРНОСТІ ТА ОСОБЛИВОСТІ ФОРМУВАННЯ САДОВО-ПАРКОВИХ ОБ'ЄКТІВ

Вінницький національний технічний університет

Анотація

У доповіді розглядаються закономірності та особливості формування садово-паркових об'єктів. Розробляються методи, які використовувалися при дослідженні рекреаційного природокористування.

Ключові слова: садово-паркові об'єкти, методи дослідження, закономірності та особливості формування парків.

Abstract

The report examined the patterns and characteristics of the formation garden and park facilities. The methods that were used in the study of recreational nature.

Keywords: gardens objects, methods, patterns and characteristics of the formation of the parks.

Вступ

Актуальним є дослідження, яке спрямовано на вирішення питань архітектурно-композиційного формування садово-паркових об'єктів з урахуванням історичних, регіональних та містобудівних умов, а також враховує тенденції розвитку садово-паркового будівництва у нових соціально-економічних умовах з метою вирішення завдань оптимізації формування садово-паркових об'єктів..

Метою роботи є розкриття основних закономірностей та особливостей формування садово-паркових об'єктів.

Результати дослідження

На різних етапах досліджень застосовували такі методи як аналіз та синтез, статистичний метод, метод моделювання.

У дослідженнях рекреаційних об'єктів використовували конкретний науковий метод – метод оцінок чисельності відвідувачів. Основними статистичними показниками, котрі були визначені для досліджень у рекреаційній діяльності: чисельність (кількість) відвідувачів за одиницю часу (годину, добу, місяць) загальне відвідування, одночасне відвідування тощо за будній та вихідний день [1].

З-поміж головних методів дослідження, що застосовували, доцільно виокремити такі, що використовують вторинну інформацію у вигляді зображення на схемах і генпланах даних архівів, а також методи, які ґрунтуються на первинній інформації, отриманій унаслідок спостереження. Водночас із тим не обійтися без досліджень на місцевості, тобто польових, що охоплюють суцільний, вибірковий, маршрутний способи.

Польові дослідження передбачають підготовчий період, власне польовий і заключний, тобто камеральний, який закінчується отриманням висновків. Такі дослідження можуть здійснювати з метою визначення атрактивності природних ландшафтів, а також потреб відвідувачів.

В процесі дослідження садово-паркових об'єктів застосовували маршрутний спосіб, відповідно до якого переміщувалися по території парку по безперервному лінійному маршруту з послідовними зупинками у кожному вибраному пункті для збирання матеріалів. Поєднували маршрутний спосіб із вибірковим. У такому випадку застосовували об'єднаний єдиним маршрутом ланцюг кушових досліджень, а також послідовно здійснювали кушове обстеження в найцікавіших пунктах.

Збирання інформації, зокрема в процесі оцінки рекреаційної привабливості, проводилось у вигляді аналізу схем, планів, генеральних планів, тематичних карт (рельєфу, клімату, фауни та флори, наявності історичних пам'яток).

Для рекреаційних досліджень використовували метод просторового аналізу, основним завданням якого є виявлення особливостей розміщення садово-паркових об'єктів на території міста, пошук

закономірностей розвитку паркобудівництва на різних територіях і розробка рекомендацій з поліпшення обслуговування, перспектив розвитку й охорони навколишнього середовища.

На основі аналізу методів та підходів, опрацьованих порівняльних характеристиках системної і комплексної концепцій в архітектурній методології для дослідження було вибрано саме комплексний підхід, який був використаний у даній роботі. Застосований комплексний метод дослідження базується на історико-теоретичному (аналіз літературних джерел та проектних матеріалів), порівняльному (дослідження аналогів, виявлення їх регіональних, специфічних та спільних рис), аналізі статистичних даних (обробка показників функціонування об'єктів), натурному обстеженні об'єктів [2].

Висновки

Отже, методи дослідження використані в роботі: робота проводиться з використанням комплексного методу дослідження, що включає порівняльний аналіз вітчизняного та закордонного досвіду, проектування та експлуатації садово-паркових об'єктів, опублікованих матеріалів, проектних та інших даних; аналіз методів і підходів при дослідженні формування парків, виявлення типологічних особливостей функціонального зонування рекреаційно-розважальних парків, архітектурно-композиційних компонентів, штучних і природних елементів в архітектурно-ландшафтному формуванні парків; метод натурного обстеження парків; метод графоаналітичного моделювання; систематизація результатів наукових досліджень; метод експериментального проектування..

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Зубричев О.С. Основні етапи виникнення і формування рекреаційно - розважальних територій міського середовища : [текст] / В.А. Ніколаєнко, Ю.С. Олійник, О.С. Зубричев // Містобудування та територіальне планування: Наук.-техн. збірник – К., КНУБА, 2012. – Вип. 44. – С. 373–380.
2. Лазарев А.Г., Лазарева Е.В. Ландшафтная архитектура / А.Г. Лазарев, Е.В. Лазарева. Под общей редакцией А.Г.Лазарева. – Ростов-на Дону: Феникс, 2005. – 282с.

Вітюк Інна Володимирівна – магістрант факультету будівництва теплоенергетики та газопостачання, Вінниця, e-mail: vityuk.inna@mail.ru.

Науковий керівник – **Ковальський Віктор Павлович** – кандидат технічних наук, Вінницький національний технічний університет, м. Вінниця.

The report – **Vityuk Inna Volodumirivna** – student of BM-15m, Department of construction of thermal power and gas supply, Vinnitsa, e-mail: vityuk.inna@mail.ru.

Supervisor – **Kowalski Victor Pavlovich** – Ph.D, Vinnitsa National Technical University, Vynnytsya.

ОСОБЛИВОСТІ ПРОЕКТУВАННЯ ГРОМАДСЬКИХ БУДІВЕЛЬ

Вінницький національний технічний університет, Україна

Анотація

В результаті дослідів встановлено, що на функціональне зонування впливають такі фактори, як об'ємно-планувальні та архітектурно-конструктивні рішення, функціональні процеси, призначення будівлі, просторова організація споруди, а також кількості людей, які беруть участь у тому чи іншому процесі, розмірів та кількості необхідного обладнання.

Ключові слова: функціональне зонування, об'ємно-планувальні рішення, громадські будівлі

Abstract

As a result of experiments we've found that on the functional zoning is influenced by such factors: space planning and architectural designs functional processes, the purpose of building, the spatial organization of buildings and the number of people who involved in a particular process, size and the number of necessary equipment.

Keywords: functional zoning, space planning, public buildings

Вступ

Громадські будівлі формують важливе середовище для різних видів суспільної діяльності людини. Нові види діяльності, які поступово розвиваються, зумовили потребу у появі відповідних громадських просторів, будівель, споруд. Відродження духовності суспільства відобразилося у масовому будівництві культових споруд. Збільшення популярності на автомобілізацію, потребує будівництва автостоянок та гаражів. Також підвищились вимоги до комфорту мало мобільних груп населення.

Метою роботи було дослідити функціональне зонування, об'ємно-планувальні рішення та фактори, що впливають на особливості проектування громадських будівель.

Результати дослідження

Громадські будівлі і споруди будують для багатьох різних функціональних процесів, кожному з яких є властиві свої внутрішні особливості, які випливають з характеру дії, а також кількості людей, які беруть участь у тому чи іншому процесі, розмірів та кількості необхідного обладнання. Усе це безпосередньо впливає на просторову організацію споруди та визначення її габаритів.

Найважливішим критерієм для класифікації споруди чи будівлі є її функціональне призначення, яке здійснюється відповідно до чинних нормативних документів [2] [3].

Наступним критерієм класифікації громадської споруди є її місткість, яка визначається пропускною здатністю. Для однієї людини у різних функціональних процесах необхідна різна кількість площі, приблизні норми якої наведено у табл. 1

Усереднені норми площ, необхідні для однієї людини у різних функціональних процесах

Таблиця 1

Функціональний процес	Норми площі
Для публіки, яка сидить (глядацькі зали, конференц-зали)	0,6-0,85 м ²
Для публіки, яка вільно рухається (фойє, кулуари)	1-1,5 м ²
Для публіки яка скупчено рухається (сходи, проходи)	0,5-0,6 м ²
Для публіки, яка сидить за столами (заклади харчування, читальні зали)	1-1,5 м ²
Для письмових занять (класи, аудиторії)	1,15-1,5 м ²
Для конторських і проектних робіт	3,25-5 м ²
Для лікарняних палат	6,5-7,5 м ²

Ще одним критерієм класифікації громадських споруд є капітальність, її проводять за класами експлуатаційних вимог, які забезпечують нормальну експлуатацію об'єкта протягом усього терміну його служби. Визначаються окремо для житлових, громадських і промислових споруд, нормами площ та особливостями планувальних схем, якістю зовнішніх та внутрішніх оздоблювальних робіт. Вимоги

довговічності та вогнетривкості основних конструктивних елементів, які залежать від використаних матеріалів та захищають конструкції споруд від фізичного, хімічного, біологічного впливу.

Як правило, функціональні процеси, які відбуваються у громадських будівлях і спорудах, є доволі складними. Вони можуть формуватися з кількох паралельних процесів або зливатися у єдину послідовну дію. Тому під час проектування необхідно різні функціональні процеси звести до певної системи, яка і стане основою для планувальної організації будівлі чи споруди.

Зонування споруди для розміщення окремих груп приміщень повинно проводитись на основі єдиної спільної ідеї функціональної організації споруди і архітектурного прийому композиції. Зонування і розташування окремих груп може проводитися у системі єдиного корпусу або за корпусами єдиного архітектурного комплексу. Використання принципу функціонального зонування у плануванні громадських споруд вносить функціональну і архітектурну зрозумілість у структуру плану і конструктивну схему кожної зони.

В зв'язку з розробкою бакалаврської дипломної роботи, функціональне зонування, об'ємно-планувальні рішення та інші фактори розглянемо на прикладі проектування вищих навчальних закладів.

У будинках навчальних закладів в залежності від типу навчального закладу передбачаються такі функціональні групи приміщень:

- навчальні кабінети, лабораторії та аудиторії;
- зали креслення;
- навчально-виробничі;
- навчально-наукові;
- фізкультурно-спортивні;
- бібліотека;
- клубно-видовищні;
- громадського харчування;
- медичного обслуговування;
- адміністративно-службові;
- допоміжні та підсобні (вестибюль, гардероби, рекреації, санвузли, комори та ін.).

Крім основних груп приміщень, у функціональну структуру навчального закладу можуть бути включені інші приміщення згідно з технологічними вимогами.

При будівництві нових та модернізації існуючих навчальних закладів в забудові, яка сформувалася, склад приміщень може бути встановлений із врахуванням часткового використання відповідних приміщень інших закладів за погодженням із службами державного санітарного нагляду. Структура міжшкільних навчально-виробничих комбінатів встановлюється завданням на проектування.

Входи в навчальні приміщення слід передбачати з боку передніх столів чи парт. Кількість навчальних приміщень із входами з боку задніх столів чи парт не повинна перевищувати 50%.

Приміщення професійних навчальних закладів слід групувати з виділенням навчального, громадсько-побутового та навчально-виробничого корпусів. Допускається розміщення навчальних та громадськопобутових приміщень в одному будинку з виділенням навчально-виробничих майстерень в ізолювану секцію, прибудований блок або відокремлений корпус при дотриманні навчально-технологічних та санітарно-гігієнічних вимог. Допускається проектування гуртожитків в спільному об'ємі з будинками навчальних закладів при дотриманні протипожежних вимог.

В навчальних приміщеннях з постійним перебуванням людей, окрім необхідних систем вентиляції, слід передбачати наскрізне або кутове провітрювання приміщень (в тому числі через рекреації, коридор або суміжне приміщення).

Вікна повинні бути обладнані пристроями механічного відчинення фрамуг чи кватирками на доступній для відчинення висоті.

Навчальні приміщення належить ізолювати від приміщень, де є джерела розповсюдження шуму (майстерні, фізкультурно-спортивні зали тощо) і запахів (їдальні і т.п.).

Навчальні корпуси вищих навчальних закладів та інститутів підвищення кваліфікації слід передбачати висотою від рівня землі, визначеною біля входу в будинок, до підлоги останнього поверху не більше 26,5 м.

Площі навчальних приміщень визначаються за розрахунком, виходячи з призначення приміщень, наповнюваності груп при різних видах навчальних занять та питомих показників розрахункової площі на одного учня.

Наповнюваність навчальних груп (підгруп) визначається завданням на проектування в залежності від видів навчальних занять, форм і методів навчання.

Зали дипломного проектування в вищих навчальних закладах повинні розраховуватись на одночасне обслуговування 50%, а для спеціальностей живопис, скульптура, архітектура, дизайн - 100% дипломників. Зали дипломного проектування слід проектувати не більше ніж на 50 місць, для спеціальностей живопис, скульптура, архітектура, дизайн - не більше 12 місць.

Архіви для зберігання курсових та дипломних проектів слід передбачати площею не менше 18 м, у вищих навчальних закладах архітектурного та художнього профілю - 36 м.

Лабораторії і кабінети технічного та спеціального циклу з великогабаритним обладнанням у професійних навчальних закладах допускається розташовувати в блоці навчально-виробничих майстерень [4].

Висновки

Завдання функціонального зонування розв'язують певним поділом приміщень, що формують композицію плану громадської споруди. Композиція плану громадської споруди повинна мати чітку організацію. Її основу становлять ядро головних приміщень і структурні вузли, які формуються з вестибюльної групи, а також вертикальних та горизонтальних комунікацій, навколо яких групуються другорядні приміщення. План споруди – найвідповідальніша частина проекту. Від якості плану залежать утилітарні переваги споруди, зручність життя, праці і відпочинку, а також раціональність будівельних конструкцій, економічність будівництва та експлуатації. Експлуатаційні якості споруди значною мірою визначаються відповідністю плану функціональному призначенню і техніко-економічній доцільності. Планування споруди повинно відповідати вимогам протипожежної безпеки. Також планування споруди повинно знаходитися у взаємозв'язку з прийнятою у проекті системою несучих, огорожувальних та ізолювальних конструкцій.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Лінда С.М. «Архітектурне проектування громадських будівель і споруд»: Навч. посібник. – Львів: Видавництво Національного університету «Львівська політехніка», 2010.-608 с.
2. Державні будівельні норми. Будинки і споруди. Громадські будинки та споруди: ДБН В.2.2-9-99. – [Чинні від 2000-01-01]. – К.: Мінбуд України, 1999. – 47 с. – (Державні будівельні норми).
3. «Державний класифікатор будівель і споруд» Київ, 2000р.
4. Державні будівельні норми. Будинки і споруди. Будинки та споруди навчальних закладів: ДБН В.2.2-3-97. – [Чинні від 1998-01-01]. – К.: Мінбуд України, 1998. – 50 с. – (Державні будівельні норми).

Анна Ігорівна Куртак – студентка групи БМ 16-мс, факультет будівництва теплоенергетики та газопостачання, Вінницький національний технічний університет, Вінниця. Anny_anny@mail.ua

Віктор Павлович Ковальський – науковий керівний к.т.н., доцент кафедри будівництва міського господарства та архітектури Вінницького національного технічного університету.

Ann I. Kurtak – student faculty of building, urban planning and architecture Vinnytsia National Technical University.

Victor P. Kowalski – supervisor, Ph.D., assistant professor of building, urban planning and architecture Vinnytsia National Technical University.

Аналіз та систематизація аспектів вуличного простору що впливають на психоемоційний стан водія

Вінницький національний технічний університет

Анотація

В даній роботі було проаналізовано фізіологічні можливості візуального сприйняття вулиці водієм та проведений аналіз залежності зміни параметрів зорового поля від швидкості. Виведено рівняння залежності висоти елементів вулиці від відстані до водія за умов найменшого впливу вулиці на нього.

Ключові слова: поле зору, візуальне сприйняття, рух автомобіля, елементи вулиці.

Abstract

The physiology possibilities of visual perception of street were analysed by a driver and the conducted analysis of dependence of change of parameters of the visual field from speed. Equalization of dependence of height of elements of street is shown out from distance to the driver at the terms of the least influence of street on him.

Keywords: field of vision, visual perception, movement car, outside street elements

Вступ

Розвиток міського середовища та особливості сучасної забудови забезпечили створення нового середовища, що не завжди є візуально комфортним для сприйняття водія. Використання різноманітних рекламних щитів та білбордів, яскравої кольорової гами фасадів будівель, велика кількість домінант, недостатня кількість зелених насаджень може чинити вплив на водія в залежності від відстані до об'єкта. Всі ці аспекти вуличного простору здійснюють вплив на учасників дорожнього руху і ступінь їх вплив залежить від відстані до водія. Геометричні параметри даних елементів вуличного простору повинні формувати комфортне середовище та утворювати відкрите поле зору для водія. Тому, на нашу думку, є важливим знаючи висоту споруди визначити відстань від даного об'єкта до водія так, щоб було створено комфортний відкритий простір для водія.

Мета роботи полягає у тому, щоб за допомогою розробленої математичної моделі визначити та систематизувати геометричні параметри вулиці, що впливають на емоційний стан водія.

Для досягнення поставленої мети необхідно вирішити такі завдання:

1. Виконати аналіз фізіологічних можливостей візуального сприйняття вулиці водієм.
2. Аналіз зміни параметрів зорового поля від швидкості руху автомобіля.
3. Виведення рівняння залежності висоти елементів вулиці від відстані до водія за умов найменшого впливу вулиці на нього.

Основна частина

Зорове сприйняття людини має певну кількість параметрів, що в сукупності називаються поле зору (зорове поле). Воно є частиною простору, яка сприймається оком при спостереженні нерухомої точки на рівні очей і прямо перед нами. Поле зору має неправильну форму, яка є індивідуальною для кожної людини і залежить від конфігурації обличчя [1]. Поле зору — це видимий водієм простір за нерухомого стану яблука ока. Зазвичай поле зору ока для середньостатистичної людини мають такі розміри: праворуч та ліворуч – 80 °; вгору – 60 °; вниз – 90 °. Тобто по горизонталі кут зорового сприйняття становить 120°-140°, по вертикалі – 100°-110 [2].

Зорове сприйняття є нерівноцінним по всій площі поля зору, чутливість ока в полі зору зменшується від центра до периферії. Зона найбільш чіткої оглядовості обмежується в центрі поля зору конусом з кутом у 6 градусів. За його межами оглядовість стає менш чіткою. При спогляданні людини обома очима, поля правого та лівого ока перекриваються, таке явище називається бінокулярним полем зору. Тобто поле зору обох очей охоплює 120°-160°. Візуальна оцінка предметів і відстань між ними здійснюється саме за допомогою бінокулярного зору [2].

Поле зору поділяється на такі зони: зона центрального зору (1,5°-3°) – зона найчіткішого сприйняття; зона моментального зору (близько 18°) – зона, у якій можливе виразне споглядання короткочасно; зона ефективної видимості (в межах 30°) – найчіткішої області зору за умови належної уваги; граничне поле зору (горизонтально по 70° в обидва боки, 45° угору та 65° униз), у ньому можливе нечітке сприймання образів при нерухомих очах. Враховуючи особливості кожної людини можуть бути відхилення від цих значень.

Згідно з експериментальними дослідженнями встановлено, що 80 % часу витрачається водієм на прямонаправлену оглядовість, 20 % – в інших напрямках: праворуч та ліворуч, на прилади та на дзеркала заднього виду.

Оцінка простору вулиці формується водієм також через периферійний зір. Периферійний зір – здатність бачити по сторонах при спрямованих вперед зіницях. Усі предмети та об'єкти, що розташовуються вздовж вулиці створюють постійно присутній фон, який сприймається водієм не свідомо, однак виконує вплив на його емоційний стан [3].

Зі зміною швидкості автомобіля змінюється розмір поля зору. Зі збільшенням швидкості руху бінокулярне поле зору зменшується у зв'язку з тим, що водій на великій швидкості зосереджує свою увагу на віддалених об'єктах. При швидкості 30-35 км/год поле зору становить 100°; а за швидкості 100 км/год – 40° (рис.1) [2].

Через обмеженість бінокулярного поля зору на великій швидкості водій може запізно помітити джерело небезпеки на дорозі. Зменшення бінокулярного поля зору на великій швидкості водій може компенсувати підвищенням уваги, а також тренуванням периферичного зору [2].

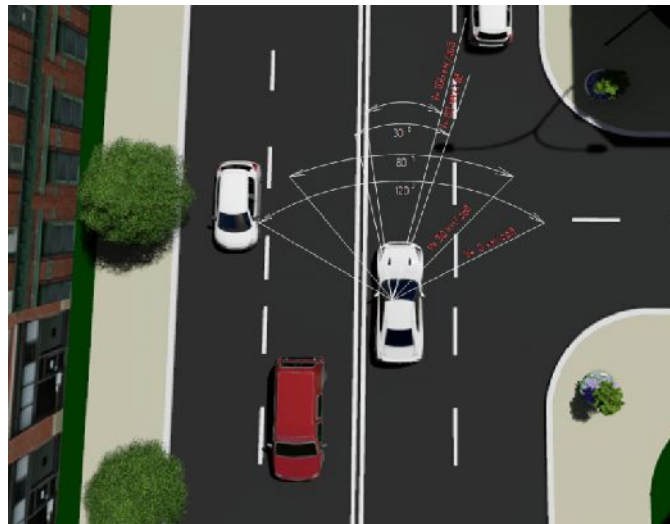


Рисунок 1 – Зміна кута зору водія зі збільшенням швидкості руху автомобіля

Припустимо, що оптимальною траєкторією для огляду вулиці водієм є парабола, класичне рівняння якої має вигляд

$$y = ax^2 + bx + c.$$

Процес побудови рівняння для нашого конкретного випадку зводиться до знаходження коефіцієнтів a , b , c . Криву параболи побудуємо за трьома точками, які знаходяться «критичних» для сприйняття вуличного простору місцях, а саме у вихідній точці зору водія, на вершині першого ряду

дерев та на вершині будівлі, при цьому по вісі X відповідні координати будуть рівні $x_1 = 0$, $x_2 = l_{\Pi}$, $x_3 = l_{\text{ВУЛ}}$.

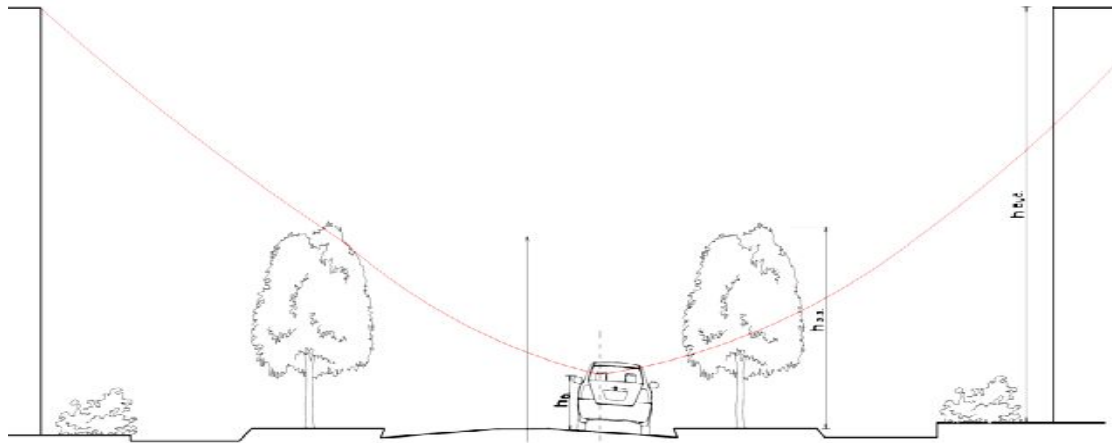


Рисунок 2 – Профіль дороги із зазначеними висотними параметрами

Визначимо наступні габаритні параметри вулиці (рис. 2):

l_{Π} - ширина проїжджої частини вулиці. Складається з визначеної кількості полос руху починаючи від центру дороги, що прийнятий за умовний 0;

$l_{\text{ВУЛ}}$ - загальна ширина вулиці. Складається з ширина проїжджої частини вулиці, ширини зеленої зони, ширини тротуару;

$h_{\text{В}}$ - висота посадки голови водія відносно дороги;

$h_{\text{ВУЛ}}$ - висота першого ряду дерев;

$h_{\text{Б}}$ - висота будівель біля дороги.

Отже, результуюче рівняння траєкторії оглядовості вулиці буде мати наступний вигляд

$$y = \frac{h_{\text{Д}} - \frac{\frac{h_{\text{Д}}}{2}(l_{\text{ВУЛ}})^2 - \frac{h_{\text{В}}}{2}(l_{\text{ВУЛ}})^2 + h_{\text{В}} - h_{\text{Б}}}{\frac{1}{l_{\Pi}}(l_{\text{ВУЛ}})^2 - l_{\text{ВУЛ}}} l_{\Pi} - h_{\text{В}}}{\frac{1}{l_{\Pi}}(l_{\text{ВУЛ}})^2 - l_{\text{ВУЛ}}} x^2 + \frac{\frac{h_{\text{Д}}}{2}(l_{\text{ВУЛ}})^2 - \frac{h_{\text{В}}}{2}(l_{\text{ВУЛ}})^2 + h_{\text{В}} - h_{\text{Б}}}{\frac{1}{l_{\Pi}}(l_{\text{ВУЛ}})^2 - l_{\text{ВУЛ}}} x + h_{\text{В}}$$

Дане рівняння показує траєкторію оптимальної оглядовості конкретної вулиці водієм, що дозволяє виконати її порівняння з вертикальним кутом периферійного зору водія, на основі чого сформулювати висновок про оптимальність сприйняття вуличної ситуації водієм, а також пропонувати зміну її просторових параметрів [3].

Висновки

Поле зору ока для середньостатистичної людини мають розміри: праворуч та ліворуч – 80°, вгору – 60°, вниз – 90°. Тобто по горизонталі кут зорового сприйняття становить 120°-140°, по вертикалі – 100°-110°.

Зі зміною швидкості автомобіля змінюється розмір поля зору. Зі збільшенням швидкості руху бінокулярне поле зору зменшується, а зменшенням швидкості – збільшується. При швидкості 30-35 км/год поле зору становить 100°, а за швидкості 100 км/год – 40°.

Виведене рівняння встановлює залежність висоти споруди та відстань від даного об'єкта до водія так, щоб було створено комфортний відкритий простір для водія

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Гюлев Н.У. Особливості ергономіки та психофізіології в діяльності водія / Н.У. Гюлев. – Хар. нац. ак. міськ. госп-ва, 2012. – 185 с.
2. Гайдукевич В.А та Потійчук О.Б Основи транспортної психології / В.А Гайдукевич, О.Б Потійчук // Навч. Пос. – Рівне: НУВГП, 2012. – 207с.
3. Швець В. В. Розроблення графологічної моделі сприйняття вуличного простору людиною / В. В. Швець, О. М. Адамчук // Сучасні технології, матеріали і конструкції в будівництві. – № 1. – 2015. – С. 95-99.

Швець Віталій Вікторович – к.т.н., доцент кафедри містобудування та архітектури Вінницького національного технічного університету.

Костішина Ольга Миколаївна – студентка Вінницького національного технічного університету.

Shvets Vitaly – Ph.D., assistant professor of urban planning and architecture Vinnytsia National Technical University.

Kostishyna Olga – Student Vinnytsia National Technical University.

ГАЛУЗЬ ЖИТЛОВО-КОМУНАЛЬНОГО ГОСПОДАРСТВА У 2017 РОЦІ ТА ПЕРСПЕКТИВИ РОЗВИТКУ

Вінницький національний технічний університет

Анотація

В даній доповіді розкриті проблеми житлово-комунального господарства України в даний час та розглянуто методи їх подолання.

Ключові слова: житлово-комунальне господарство; реформування галузі ЖКГ, житловий фонд, інженерні мережі.

Abstract

In this report the problems uncovered housing Ukraine is being discussed and methods to overcome them, housing, engineering networks.

Keywords: utilities; reforming housing.

Житлово-комунальна сфера – це на сьогодні чи не єдина галузь народного господарства, якої не торкнулися ринкові перетворення. Вона працює за найгіршими зразками радянських часів. Несприятливі економічні та інституційні умови функціонування галузі житлово-комунального господарства (ЖКГ) України, адміністративне втручання у ціноутворення та відсутність сильної політичної волі проводити структуровані реформи у секторі суттєво зменшують його ефективність. В результаті утворюється коло проблем: незадовільні економічні умови, спричинені розповсюдженням сприйняттям комунальних послуг як необхідних громадських товарів і тому безкоштовних, а не як економічних товарів, виробництво яких потребує значних витрат, призвели до серйозних проблем, такі як некомпенсовані збитки виробництва, накопичення боргів, відсутність стимулів до інвестування [1].

Збільшується кількість старого та аварійного житлового фонду, матеріально-технічна база житлово-комунального господарства вкрай зношена, обладнання застаріле та енергомістке. Фізичне та моральне старіння конструкцій і внутрішніх систем житлових будівель стало головною причиною зниження якості комунальних послуг, погіршення комфортності, надійності та безпечності умов проживання мешканців міста. З іншої сторони, поганий фізичний стан внутрішньобудинкових систем, низькі теплозахисні властивості огорожувальних конструкцій та відсутність у споживачів технічної можливості для керування споживанням теплової енергії призводять до невиправдано високого рівня обсягів споживання тепла і питної води. Відповідно неухильно збільшуються обсяги нарахувань з оплати послуг з теплозабезпечення для мешканців, що особливо гостро проявилось в умовах стрімкого зростання вартості енергоносіїв в Україні [2].

Крім того споживачі не мають можливості самостійно контролювати обсяг та якість представлених комунальних послуг, відмовитись від них чи обрати їх вартість, оскільки незрозуміло, що саме рахують спожитим продуктом: ресурси, щодо яких розраховують нормативи споживання, чи параметри комфорту, що залежить від надання або відсутності послуги та якості роботи ЖКГ.

Тому необхідно ліквідувати монополії в комунальному секторі. Чесна і прозора конкуренція серед надавачів послуг може створити вибір, а населення зможе отримати якісні послуги за помірну ціну. Потрібно упорядкувати тарифну політику, яка була б прозорою і зрозумілою для споживачів, коли тарифи залежать від якості. Запровадити використання енергозберігаючих систем, що в свою чергу дасть можливість істотно зменшити витрати споживача.

При реформуванні системи ЖКГ необхідно виконувати активне делегування органам місцевої влади функцій управління та регулювання підприємствами. Нова структура управління та задекларована програмою реформування галузі політика залучення приватного сектору створює нові вимоги до системи державного регулювання природних монополій у сфері житлово-комунального господарства.

Планування розвитку житлово-комунального господарства необхідно пов'язувати з розвитком підприємств і організацій будь-яких форм власності, що повинні в пайовому порядку брати участь у фінансуванні будівництва, розширенні і реконструкції комунальних об'єктів та інженерних мереж. Воно включає не лише визначені рівні показників ефективності і заходи, що забезпечують плановий рівень, але і є не відділеним від планування господарського комплексу. Для практичного вирішення питань інтенсифікації житлово-комунального господарства необхідно в підгалузях розробити комплексні довгострокові програми, у яких передбачити: поглиблення спеціалізації, розвиток потужностей, створення ринку житлово-комунальних послуг, упровадження нових машин, механізмів, приладів обліку і регулювання, механізації технологічних процесів і т.д.

Впровадження заходів щодо удосконалення організаційно-економічного механізму управління житлово-комунальним господарством приводить до зміни показників, що характеризують діяльність підприємств, організацій і галузі в цілому. Тому необхідно враховувати вплив цих заходів на зниження собівартості продукції, послуг, зростання продуктивності праці, приріст обсягу виробництва і т.п.

Задоволення потреб населення в житлово-комунальних послугах необхідної кількості і видів можливе лише при забезпеченні необхідними виробничими потужностями відповідно до раціональних норм [3].

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Проблеми житлово-комунального сектора в Україні [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://www.osbbua.org/2010/07/problems-zhytlovo-komun>
2. Шляхи розвитку житлово-комунального господарства [Електронний ресурс]. – Режим доступу: http://e-works.com.ua/work/641_Shlyahi_rozvitky_jitlovo_komynalnogo_gospodarstva.html
3. Строкань Т. Соціально-економічна оцінка територіальної організації житлово-комунального господарства в регіонах // Економіст. - 2002. - № 3. - С. 70-73

Дорохова Наталія Дмитрівна — студентка групи Б-13, Факультет будівництва, теплоенергетики та газопостачання, Вінницький національний технічний університет, м. Вінниця, e-mail: dorohovand96@gmail.com

Ровенчак Тетяна Гаврилівна — асистент кафедри будівництва, міського господарства та архітектури, Факультет будівництва, теплоенергетики та газопостачання, Вінницький національний технічний університет, м. Вінниця, email: tet.grigorenko@yandex.ua

Dorohova Nataliya D. — student, Department of Building Heating and Gas Supply, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia city, email: dorohovand96@gmail.com

Rovenchak Tatiana G. — assistant department of civil engineering, architecture and municipal economy, Faculty for Civil Engineering, Thermal Power Engineering and Gas Supply, Vinnytsia national technical university, Vinnytsia city, email: tet.grigorenko@yandex.ua

Композиційні будівельні матеріали

Вінницький національний технічний університет

Анотація

В дослідженні розглянуто питання щодо класифікації, складу, будови та властивостей композиційних матеріалів та досліджено економічну ефективність застосування у будівництві.

Ключові слова:

Композиційний матеріал, композити, матриця, поліматричні композиційні матеріали, полімер, армуючі елементи, механічні характеристики.

Abstract

The study examined the issue of classification, composition, structure and properties of composite materials and studied the economic efficiency of construction reinforcing elements, mechanical properties.

Keywords:

Composite materials, composites, polimatrychni composite materials, polymer.

Композиційний матеріал-неоднорідний суцільний матеріал, що складається з двох або більше компонентів, серед яких можна виділити армуючі елементи, що забезпечують необхідні механічні характеристики матеріалу, і матрицю, що забезпечує спільну роботу армуючих елементів. Ефективність і працездатність матеріалу залежать від правильного вибору вихідних компонентів і технології їх суміщення. У результаті суміщення армуючих елементів і матриці утворюється комплекс властивостей композиту. Перевагами використання композиційних матеріалів в будівництві є: висока питома міцність, висока жорсткість, висока зносостійкість. З композиційними матеріалами можливо виготовити розміростабільні конструкції, причому різні класи композитів можуть володіти одною або декількома перевагами. Найбільш частими недоліками композиційних матеріалів: висока вартість, анізотропія властивостей, підвищена наукоємність виробництва, необхідність спеціального дорогого обладнання та сировини, а отже розвинутого промислового виробництва та наукової бази країни.

Композити-багатокомплексні матеріали, що складаються з полімерної, металевої, вуглецевої, керамічної або іншої основи (матриці), армованої наповнювачами з волокон, ниткоподібних кристалів, тонкодисперсних частинок та ін. Шляхом підбору складу та властивостей наповнювача і матриці, орієнтації наповнювача можна отримати матеріали з необхідним поєднанням експлуатаційних і технологічних властивостей.

За структурою наповнювача композиційні матеріали поділяють на волокнисті, шаруваті, дисперсноармовані, або дисперснозміцнені. Матриця в композиційних матеріалах забезпечує монолітність матеріалу, передачу і розподіл напруги в наповнювачі, визначає тепло-, волого-, вогне- і хім. стійкість.

За природою матричного матеріалу розрізняють полімерні, металеві, вуглецеві, керамічні та ін композити.

В якості композиційних матеріалів з неметалевою матрицею використовують полімерні, вуглецеві та керамічні матеріали. З полімерних матриць найбільшого поширення набули епоксидна, фенолоформальдегідна і поліамідна. Вугільні матриці отримують із полімерів, підданих піролізу. Матриця пов'язує композицію, надаючи їй форму.[1]

Композиційні матеріали з волокнистим наповнювачем за механізмом армуючої дії ділять на дискретні, в яких відношення довжини волокна до діаметру відносно невелика, і з безперервним волокном.

Властивості композиційних матеріалів залежать від складу компонентів, їх поєднання, співвідношення і міцності зв'язку між ними. Армуючі матеріали можуть бути у вигляді волокон, джгутів, ниток, стрічок, багатошарових тканин. Вміст зміцнювача в орієнтованих матеріалах складає 60-80%, в неорієнтованих- 20-40%. Чим вище міцність і модуль пружності волокон, тим вище міцність і жорсткість композиційного матеріалу. У шаруватих матеріалах волокна, нитки, стрічки просочені сполучною, укладаються паралельно один одному в площині укладання. Укласти волокна можна під різними кутами, варіюючи властивості композиційних матеріалів. Зміцнювачі можуть розташовуватися в осьовому, радіальному та окружному напрямках. Тривимірні матеріали можуть бути будь-якої товщини у вигляді блоків, циліндрів. Система з чотирьох ниток рівноважна, має

підвищену жорсткість при зсуві в головних площинах, проте створення чотирьохнаправлених матеріалів складніше, ніж трьохнаправлених.[2]

Найбільше застосування в будівництві та техніці отримали матеріали, армовані високоміцними і високомодульними безперервними волокнами. До них відносять полімерні композиційні матеріали на основі термореактивних і термопластичних сполучних, армованих скляними, вуглецевими, органічними, борними та ін. волокнами; металеві композиційні матеріали на основі сплавів Al, Mg, Cu, Ti, Ni, Cr, армованих борними, вуглецевими або карбідокремнієвими волокнами, а також сталевим, молибденовим або вольфрамовим дротом; композиційні матеріали на основі вуглецю, армованого вуглецевими волокнами; композиційні матеріали на основі кераміки, армованої вуглецевими, карбідокремнієвими та ін. жаростійкими волокнами і SiC. Використання вуглецевих, скляних, амідних і борних волокон, що містяться в матеріалі в кількості 50-70%, дозволяє створювати композиції з питомою міцністю і модулем пружності в 2-5 разів більшими, ніж у звичайних конструкційних матеріалах та сплавах. Крім того, ці матеріали перевершують їх по термостійкості, вібростійкості, шумопоглинанню, ударній в'язкості та ін. властивостям.[3]

Нанесення металевої матриці на наповнювач здійснюють в основному з розплаву матеріалу матриці, електрохімічним осадженням або напиленням. Формування виробів проводять методом просочування каркаса з армуючих волокон розплавом металу під тиском до 10 МПа або з'єднанням фольги з армуючими волокнами із застосуванням прокатки, пресування, екструзії при нагріванні до температури плавлення матеріалу матриці.[4]

Один із загальних методів виготовлення полімерних та металевих волокнистих і шаруватих композиційних матеріалів- вирощування кристалів наповнювача в матриці безпосередньо в процесі виготовлення деталей, н-д, при створенні жароміцних сплавів. Легування розплавів карбідним та інтерметалевими сполуками, призводить до зміцнення сплавів і дозволяє підвищити температуру їх експлуатації на 60-80⁰С. матеріали на основі вуглецю поєднують низьку щільність з високою теплопровідністю, хімічною стійкістю, постійністю розмірів при різких перепадах температур, а також зі зростанням міцності та модуля пружності при нагріванні до 2000⁰С в інертному середовищі. Високоміцні матеріали на основі кераміки отримують при армуванні волокнистими наповнювачами, а також металевими та дисперсними частинками. Армування безперервними волокнами SiC дозволяє отримувати матеріали, які характеризуються підвищеною в'язкістю, міцністю на вигині високою стійкістю до окислення при високих температурах. Однак армування кераміки волокнами не завжди призводить до значного підвищення її міцнісних властивостей через відсутність еластичного стану матеріалу при високому значенні його модуля пружності. Армування дисперсними металевими частинками дозволяє створити кераміко-металічні матеріали, що володіють підвищеною міцністю, теплопровідністю, стійкістю до теплових ударів. Армування матеріалів дисперсними металевими частинками призводить до різкого підвищення міцності внаслідок створення бар'єрів на шляху руху дислокацій. Таке армування застосовують при створенні жароміцних хромонікелевих сплавів. Матеріали одержують введенням тонкодисперсних частинок в розплавлений метал з подальшою переробкою звичайних злитків у вироби.[5]

Використання композитів дозволяє знизити масу конструкції, підвищити ресурси та потужність машин і агрегатів, створити принципово нові вузли, деталі та конструкції.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Горчаков Г.І., Баженов Ю.М. Будівельні матеріали/ Г.І. Горчаков, Ю.М. Баженов.-³М.: Стройиздат, 1986.
2. Будівельні матеріали / Під ред.В.Г. Микульського. - М.: АСВ, 2000.
3. Загальний курс будівельних матеріалів / За ред. І.А. Рибьева. - М.: Вища школа, 1987.
4. Будівельні матеріали / Під ред.Г.І. Горчакова. - М: Вища школа, 1982.
5. Евальд В.В. Будівельні матеріали, їх виготовлення, властивості та випробування/ В.В. Евальд. - С-Пб.: ЛМ, 14-ое вид., 1933.

Олена Володимирівна Дедова- студентка групи БТ-15, ФБТЕГП, Вінницький національний технічний університет, Вінниця, e-mail: o.diedova2104@gmail.com
Науковий керівник: **Очеретний Володимир Петрович**

Olena V. Diedova- student group BT-15, Vinnytsia national technical university, Vinnitsa.
Supervisor: **Vladimir Ocheretnyy**

ТЕРМОМОДЕРНІЗАЦІЯ БУДІВЕЛЬ ШКІЛ ТА ДОШКІЛЬНИХ УСТАНОВ В М.ВІННИЦІ

Вінницький національний технічний університет

Анотація

В роботі розглядається питання термомодернізації громадських будівель загальноосвітніх шкіл та дитячих дошкільних закладів. Визначаються технічні питання, що виникають при утепленні зовнішніх стін. Поставлено задача знаходження оптимального варіанту підбору конструктивних елементів та матеріалів для виконання утеплення зовнішніх стін.

Ключові слова: термомодернізація, утеплення, огорожувальна конструкція, термічний опір.

Abstract

This paper examines the issue of thermal modernization of public buildings education institutions. Identifies technical issues that arise with insulation of external walls. Defined the problem of finding the optimal variant selection of design elements and materials for insulating exterior walls .

Keywords: Thermo modernization, insulation, building envelope, thermal resistance.

Вступ

Актуальність теми. Термомодернізація - це комплекс робіт, спрямований на підвищення теплотехнічних показників огорожувальних конструкцій будівлі, показників споживання енергетичних ресурсів інженерними системами та забезпечення енергетичної ефективності будівлі на рівні не нижчому ніж встановлено мінімальними вимогами до енергетичної ефективності будівель, що здійснюється під час виконання робіт з реконструкції, капітального ремонту. Значною мірою це стосується житлових та громадських будівель, які були збудовані по теплотехнічним вимогам СНиП II-3-79 який діяв до 01.04.2007року. Приведення існуючої будівлі лише до мінімальних сучасних вимог по утепленню та вимогам до інженерних систем, дозволяє заощадити 50-60% на опаленні та гарячому водопостачанні. Процес термомодернізації починають з енергоаудиту, в результаті якого може бути визначений комплекс заходів щодо підвищення енергоефективності, етапи і послідовність їх здійснення, окупності.[1-3]

Актуальність даної теми підтверджується і тим, що у Вінниці підготували програму економічного і соціального розвитку міста на 2017 рік. Зокрема, по програмі капітального будівництва на 2017 рік передбачено виділити з міського бюджету 230,8 млн. гривень.

Вінницька міська рада значну увагу приділяє термомодернізації будівлям закладів загальноосвітніх шкіл та дошкільним навчальним закладам (ДНЗ)., так наприклад:

- завершено капітальний ремонт та проведена термомодернізація ДНЗ по вул. В. Порика, 5а;
- завершується капітальний ремонт (термомодернізація) ДНЗ №31 по вул. Скалецького, 23;
- розроблена проектна документація капітального ремонту (термомодернізації) ДНЗ по проспекту, Юності, 9;
- розробляється проектна документація капітального ремонту (термомодернізації) ДНЗ №16 по вул. Миколи Зерова, 12,

По закладах загальноосвітніх шкіл- школа №16, 20, 33, 35 по яким розроблена проектна документація, а по школам №16, 20 та 35 частково виконана термомодернізація.

Результати дослідження

Виконання термомодернізації загальноосвітніх шкіл та дитячих дошкільних закладів. Включає виконання низки заходів, які знижують енергоспоживання і зменшують комунальні платежі:

- утеплення стін, даху, суміщеного покриття та перекриття над неопалюваним підвалом і підлоги на ґрунті;

- заміна або ремонт вікон та зовнішніх дверей;
- модернізація теплового пункту при централізованому теплозабезпечення з установкою сучасних засобів автоматичного регулювання;
- модернізація або заміна системи опалення;
- модернізація або заміна системи гарячого водопостачання з застосуванням водорозбірного обладнання, що знижує споживання води;
- модернізація системи вентиляції;
- заміна індивідуального джерела тепло забезпечення на сучасний, в особливості на що використовує енергію поновлюваних ресурсів, наприклад, на сонячний колектор, тепловий насос тощо.

Утеплення будівлі являє собою посилення теплоізоляції зовнішніх стін, горищних перекриттів, перекриттів над проїздами, а також заміною застарілих вікон і дверей на енергоефективні.

При виконанні термомодернізації зовнішніх огорожуючих конструкцій житлових будинків для приведення їх до діючих нормативних документів [4-9] в частині ДБН В.2.6 – 31:2006 «Теплова ізоляція будівель» із зміною №1 (з 1-го травня набирає чинності ДБН В.2.6 – 31:2016) практично вирішується це питання. Утеплення зовнішніх стін будівель загальноосвітніх шкіл та дошкільних навчальних закладів виконується мінераловатними плитами з оздобленням штукатуркою. Приведення громадських будинків, особливо будівель шкіл та дошкільних навчальних закладів до діючих нормативних документів в частині термомодернізації зовнішніх огорожуючих конструкцій - зовнішніх стін, мають певні технічні питання.

При виконанні утеплення зовнішніх огорожувальних конструкцій - стін, обов'язкове виконання умови

$$\Sigma_{\text{пр}} \geq q,$$

де $R_{\Sigma \text{ пр}}$ - приведений опір теплопередачі, $\text{м}^2 \text{ К/Вт}$

q - нормативний опір теплопередачі, $\text{м}^2 \text{ К/Вт}$.

Існуючі будівлі закладів освіти мають достатньо великі вікна. Загальноосвітні школи та дитячі дошкільні навчальні заклади які потребують в даний час термомодернізації були збудовані в період до 2000 року. Приведений опір теплопередачі термічно неоднорідної непрозорої огорожувальної конструкції розраховують за формулою: (або вказати за формулою наведеною в ДСТУ Б В.2.6-189:2013, а формули не наводити)

$$R_{\Sigma \text{ пр}} = \frac{F_{\Sigma}}{\sum_{i=1}^i \frac{F_i}{\Sigma_i} + \sum_{j=1}^j k_j L_j + \sum_{k=1}^k \Psi_k N_k}$$

де F_{Σ} — загальна площа конструкції, м^2 ; $R_{\Sigma i}$ - опір теплопередачі i -ої термічно однорідної частини конструкції, $(\text{м}^2 \text{ К})/\text{Вт}$; F_i - площа i -ої термічно однорідної частини конструкції, м^2 ; k_i - лінійний коефіцієнт теплопередачі i -го лінійного теплопровідного включення, $\text{Вт}/(\text{м}^2 \text{ К})$; L_j - лінійний розмір j -го лінійного теплопровідного включення, м^2 ; Ψ_k - точковий коефіцієнт теплопередачі j -го лінійного теплопровідного включення, Вт/К ; N_k - загальна кількість k -их точкових теплопровідних включень, шт.

При визначенні сумарного приведенного опору теплопередачі значну роль відіграють лінійні та точкові коефіцієнти теплопередачі. Задача - зменшити величини лінійних коефіцієнтів.

Розглядаємо варіант по зменшенню віконних прорізів.

Коефіцієнт природного освітлення (КПО) визначався відповідно «СНиП II-4-79 Естественное и искусственное освещение» який діяв до 01.09.2006 року. Нормативні вимоги наведені в таблиці 1. В ДБН В.2.5-28-2006 «Інженерне обладнання будинків і споруд. Природне і штучне освітлення» нормативні вимоги по визначенню КПО до окремих приміщень зменшились (табл.1), але 2012 році ДБН В.2.5-28-2006 був доповнений зміною №2. В зміні №2 нормативні вимоги в частині визначення КПО для приміщень загальноосвітніх середніх шкіл та дитячих дошкільних навчальних закладів збільшились і повністю співпадають з вимогам СНиП II-4-79 по якому розраховувались збудовані будівлі (табл.1)

Таблиця 1- Порівняльний нормативних вимог по визначенню КПО до окремих приміщень закладів освіти.

Приміщення	СНиП II-4-79 КПО є н, %	ДБН В.2.5-28-2006 КПО є н, %	ДБН В.2.5-28-2006 Зм.2 (2012р) КПО є н,%
Загальноосвітні навчальні заклади I - III рівня			
Класні кімнати, аудиторії, учбові кабінети, лабораторії загальноосвітніх шкіл.	1.5	1.5	1.5
Дитячі дошкільні заклади			
Роздягальні	1.0	0.7	1.0
Ігрові, їдальні, зали для музичних і фізкультурних занять	1.5	1.5	1.5
Спальні	1.5	0.5	1.5
Палати ізоляторів	1.5	0.5	1.5

При виконанні перевірочних розрахунків по визначенню КПО існуючих будівель загальноосвітніх середніх шкіл та дитячих дошкільних навчальних закладів по зменшенню розмірів вікон, приходимо до висновку, що зменшення розміру вікон може бути незначне.

Необхідно розробити ефективні вузли сполучення (утеплення) віконних прорізи з конструкціями стін, щоб зменшити до мінімальної величини лінійні коефіцієнти теплопередачі.

Висновки

При розгляді питання термомодернізації громадських будівель закладів освіти з повним виконанням нормативних вимог на сьогоднішній день поставлено задача знаходження оптимального варіанту підбору конструктивних елементів та матеріалів для виконання утеплення зовнішніх стін. З врахуванням проведеного аналізу необхідно сконцентрувати подальші дослідження на розробленні ефективних вузлів сполучення (утеплення) віконних прорізів з конструкціями стін.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Термомодернізація житлового фонду: організаційний, юридичний, соціальний, фінансовий і технічний аспекти: Практичний посібник. Видання 3-тє, актуалізоване. / за загальною редакцією Бригілевича В. – Львів, 2016.
2. Ратушняк, О. Г. Управління змістом інноваційних проектів термомодернізації будівель: монографія / О. Г. Ратушняк – Вінниця: ВНТУ, 2010.–128 с.
3. Ковальський В. П. Енергозбереження при реконструкції житлової секції застарілої серії / В. П. Ковальський, Д. П. Щербань // Сучасні технології, матеріали і конструкції в будівництві. - 2013. - № 2. - С. 116-118. <http://stmkvb.vntu.edu.ua/index.php/stmkvb/article/viewFile/315/313>
4. Теплова ізоляція будівель: ДБН В.2.6-31:2006. – [Чинний від 2006–09-09]. – К.: Міністерство будівництва України, 2006. – 71 с. – (Державні будівельні норми України) (діє до 30.04.2017)
5. Теплова ізоляція будівель: ДБН В.2.6-31:2016. – [Чинний від 2017–05-01]. – К.: Міністерство будівництва України, 2016. – 38 с. – (Державні будівельні норми України)
6. Конструкції зовнішніх стін із фасадною теплоізоляцією. Вимоги до проектування, улаштування та експлуатація: ДБН В.2.6-33:2008 – [Чинний від 2009–07-01]. – К.: Міністерство будівництва України, 2009. – 28 с.
7. Методи вибору теплоізоляційного матеріалу для утеплення будівель: ДСТУ Б.В.2.6-189:2013 – [Чинний від 2014–01-01]. – К.: Міністерство будівництва України, 2014. – 71 с. –
8. Посібник для проектування теплоізоляційної оболонки будівель згідно вимог ДСТУ Б.В.2.6-189:2013 . «Методи вибору теплоізоляційного матеріалу для утеплення будівель». Державне підприємство «Науково-дослідний інститут будівельних конструкцій». Київ 2014. – 107 с.
9. Естественное и искусственное освещение СНиП II-4-79 М.: Стройиздат, 1980. – 48 с
10. Інженерне обладнання будинків і споруд. Природне і штучне освітлення ДБН В.2.5-28-2006– [Чинний від 2006–10-01]. – К.: Міністерство будівництва України, 2006. – 171 с. – (Державні будівельні норми України)

Панкевич Володимир В'ячеславович, студент, Факультету будівництва теплоенергетики та газопостачання, Вінницький національний технічний університет, м. Вінниця, pankova82@gmail.com

Ковальський Віктор Павлович, кандидат технічних наук, доцент кафедри БМГА, Факультет будівництва, теплоенергетики та газопостачання, Вінницький національний технічний університет, м. Вінниця, Kovalskiy@yandex.ru

Pankevych Volodymyr, student, Faculty for Civil Engineering, Thermal Power Engineering and Gas Supply, Vinnytsia national technical university, Vinnytsia city, pankvova82@gmail.com

Kovalskiy Viktor PhD, Associate Professor Faculty for Civil Engineering, Thermal Power Engineering and Gas Supply, Vinnytsia national technical university, Vinnytsia city,

ОСОБЛИВОСТІ ВПЛИВУ ЕКСТЕР'ЄРУ І ІНТЕР'ЄРУ ДОШКІЛЬНИХ НАВЧАЛЬНИХ ЗАКЛАДІВ НА ПСИХОЛОГІЧНИЙ СТАН ДИТИНИ

Вінницький національний технічний університет

Анотація

Сучасними вченими психологами встановлений факт прямого впливу кольору на психологічний стан дитини, її самопочуття і активність. Таким чином, не можна недооцінювати значення колористичного образу архітектурного середовища, тому було проведено дослідження особливостей сприйняття кольору дитиною та формування кольорового рішення в дизайні дошкільних дитячих закладів.

Ключові слова: колір, інтер'єр дитячий дошкільний заклад.

Abstract

Modern scholars psychologists established fact direct influence of color on the psychological state of the child's health and activity. Thus, one can not underestimate the importance of image coloristic architectural environment, so it was conducted to study the research of the specifics of preschool age children's color and the formation of color design in design of the pre-school institutions.

Keywords: color, interior, educational institution.

Актуальність теми. Важливість кольору в архітектурі неодноразово відзначалася діями науки і мистецтва. Він є одним з потужних факторів, що формують комфортне візуальне середовище і однією з найважливіших характеристик більшої частини архітектурних творінь. Сучасними вченими психологами встановлений факт прямого впливу кольору на психологічний стан дитини, її самопочуття, працездатність і активність.

Мета роботи. Аналіз кольорових рішень дошкільних навчальних закладів та впливу їх на психологічний стан дитини.

Однією з важливих проблем особливостей формування кольорового рішення в дизайні інтер'єру дошкільних дитячих закладів є створення гармонійної кольорової гами. Єдності кольорового сприйняття допомагає розподілення кольору залежно від розмірів пофарбованих частин, тобто великі поверхні (підлога, стіни, стеля) пофарбовані в м'які тони, а менші площини (деталі інтер'єру, меблі) - у яскраві. Особливо велике значення має вплив кольору на психологічне та фізичне самопочуття дитини. Крім того діти різного віку мають різні кольорові переваги, які необхідно враховувати під час розробки дизайну інтер'єру і екстер'єру.[3]

Поняття кольору та його сприйняття дитиною надзвичайно складні. Кольорознавство охоплює питання, що тісно пов'язані з фізикою, фізіологією, психологією, світлотехнікою, медициною та мистецтвом. Колір має такі основні характеристики, як кольоровий тон (різноманітні відтінки кольору), насиченість (ступінь яскравості кольору), ясність (відбивна властивість кольорової поверхні).

Колір – обов'язковий атрибут предметно-просторового середовища, один з елементів архітектурно-містобудівної форми, що володіє певними функціями.[4]

Три основні функції кольору в сучасній архітектурі: функція орієнтації в просторі та часі - в призначенні споруд, обладнання, знаків (сигнально-інформаційна роль); функція забезпечення психофізіологічного комфорту; функція створення психологічного емоційної напруги колористичного образу (композиційна роль).

Існують чотири основних колористичних схем, що використовуються під час вибору гами приміщень. Основні колористичні схеми: монохромна, аналогова, контрастна, трьохкольорова. Монохромна схема передбачає використання тільки одного кольорового тону, будь-які зміни якого пов'язані з варіаціями його світлості та насиченості. Дана схема дуже легка для використання, але є трохи одноманітною.

У схемах, побудованих на використанні аналогових кольорів, використовуються близькі відтінки. Тони, що обираються за аналоговою схемою, повинні знаходитись на відстані одного сегмента «кольорового кола». Краще за все, коли один з використаних кольорів є головним, а інші - додатковими. У тих випадках, коли використовуються тони, що розміщуються на протилежних сторонах кольорового кола, така схема називається контрастною.

Для того, щоб контраст чистих кольорів не виглядав дуже різким, краще зробити великі кольорові площини менш насиченими. А невеликі кольорові плями можуть мати підвищену яскравість.

У трьохкольоровій схемі використовуються кольори, що розташовані один за одним вздовж контуру «кольорового кола» за принципом чергування, наприклад, жовтий, червоний і синій. Так як в такому випадку існує велика ймовірність появи помилок, для трьохкольорових схем рекомендують використовувати кольорові тони з невеликою світловою, за виключенням тих випадків, коли створюється кольоровий акцент.[1,2]

Вибираючи колір для фарбування стін, необхідно враховувати наступні особливості:

1. Світлий колір збільшує приміщення в об'ємі, створює відчуття легкості, чистоти, радості.. Світлий колір викликає у дитини стан емоційної рівноваги, може заспокоїти та розслабити.

2. Темний колір стін створює оптичну ілюзію, зменшує, звужує простір, вносить відчуття тиші та спокою, захищеності. Але дитина, на відміну від дорослого, має відчуття замкненості, обмеженості простору, «тиснення», похмурого стану.

3. «Холодні» кольори стін (блакитний, сіро-блакитний, синій, колір «морської хвилі», бірюзовий, фіолетовий) оптично збільшують приміщення, згладжують кути. Приміщення, викрашене в холодні кольори, створює відчуття прохолоди, глибини та тиші, разом з тим, може викликати у дитини відчуття спокою та розслабленості.

4. «Теплі» кольори (лимонний, жовтий, вохристий, помаранчевий, червоний, рожевий, фіолетовий, коричневий) оптично скорочують простір, створюють відчуття тепла та радості.

Таким чином, формування інтер'єрів дошкільних дитячих закладів з використанням кольору має деякі особливості: тональність підлоги повинна мати більш темне, насичене забарвлення (за асоціацією з землею); стіни будуть світлішими (за аналогією з пейзажем), а стеля - зовсім світла, як небосхил.[1]

Висновки

Кольорове рішення має велике значення для створення інтер'єру дошкільних дитячих закладів. Грамотне використання властивостей кольору повинне створити ідеальне місце існування для дитини, яка відповідатиме його характеру, корегувати поведінку і сприяти його розвитку.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Шульська М.В. Особливості формування кольорового рішення в дизайні інтер'єру дошкільного дитячого закладу // Вісник КНУКіМ.
2. Кадурина А.О. Оптимизация поиска архитектурно-художественного образа детского сада // Вісник Харківської державної академії дизайну і мистецтв: 36. наук. пр. за ред. В.Я. Даниленка. - Харків: ХДАДМ, 2004. - №7. - С. 166-173.
3. Ковальський В.П., Лисій Г. І. Особливості планувальних рішень дитячих дошкільних закладів // Науково-технічний збірник №2-Вінниця 2016.-С.85-88
4. Ковальський В. П. Ландшафтний дизайн прилеглої території дошкільних навчальних закладів [Текст]/ В. П. Ковальський, Г. І. Лисій // XI Международной научно-практической конференции «Тенденции современной науки – 2016», 30.05 – 07.06.2016 . - Science and Education Ltd : Nauka I studia, 2010. - С. 60-64.

Автор доповіді Лисій Галина Іванівна, факультет будівництва, теплоенергетики та газопостачання, група БМ-16м.

Науковий керівник – Ковальський Віктор Павлович, кандидат технічних наук, доцент.

Вінницький національний технічний університет, м. Вінниця.

Author of the report **Lysiy Galina** faculty building, power and gas, the group BM-16m.

Supervisor **Victor Kovalski** - Ph.D., assistant professor.

Vinnitsya National Technical University, Vinnitsya.

ПЕРЕДУМОВИ АКТИВАЦІЇ КОМПОНЕНТІВ МАЛОКЛІНКЕРНИХ В'ЯЖУЧИХ МАТЕРІАЛІВ

Вінницький національний технічний університет

Анотація

Розглянуто сучасні методи активації компонентів малоклінкерних в'язучих матеріалів. Наведенні дослідження в користь НВЧ-випромінювання.

Ключові слова:

Енергія, криза, зола виносу, шлак, НВЧ-випромінювання, мінерали, в'язуче, малоклінкерні, активація, дослідження.

Abstract

The modern methods of activation components few clinker binders. Prompting research in favor of microwave radiation.

Keywords:

The energy, crisis, fly ash, slag, microwave radiation, minerals, binders, few clinker binders activation, research.

Енергетична криза і стан сучасної економіки України потребують негайного впровадження ресурсозберігаючих технологій виготовлення ефективних теплоізолюючих будівельних матеріалів та виробів. Накопичені у відвалах підприємств енергетичної галузі (ТЕС) зола-шлакові відходи є одним з різновидів таких сировинних ресурсів для виготовлення ніздрюватих бетонів і будівельних виробів на їх основі. Широкомасштабного використання в промисловості будматеріалів також не набули шкідливі відходи підприємств хімічної галузі, зокрема фосфогіпси, червоні шлами і стоки з високим вмістом кислот.

Серед перспективних напрямів по зниженню собівартості будматеріалів завдяки скороченню витрат сировинних, паливно-енергетичних і інших ресурсів, особлива роль відводиться розширенню використання промислових відходів, як вторинної сировини. Із цим ресурсним джерелом, як підтверджують прогнози розробки, пов'язані значні резерви по підйому виробництва і його подальшій інтенсифікації.

В останні десятиліття росте інтерес до можливості розроблення мінеральних в'язучих матеріалів які обробляються НВЧ-випромінюванням. НВЧ-випромінювання — електромагнітне випромінювання, що включає в себе сантиметровий і міліметровий діапазон радіохвиль (від 30 см — частота 1 ГГц до 1 мм — 300 ГГц).

Поля НВЧ проникають на значну глибину, яка залежить від властивостей матеріалів. Взаємодіючи з речовиною на атомному і молекулярному рівні, ці поля впливають на рух електронів, що призводить до перетворення НВЧ-енергії в тепло.

За допомогою НВЧ-енергії досягається селективне руйнування мінералів з питомою витратою енергії в багато разів менше за традиційні способи руйнування (дробарки, кульові млини і т.д.).

У теплопровідних мінералах температура на поверхні мінералу за рахунок мікрохвильового ефекту може досягати 800-12000С. Різке підвищення температури окремих мінералів викликає термічні напруження в гірській породі, які призводять до утворення між зернових і внутрішньозернових мікротріщин. Цілеспрямований вплив НВЧ поля і руйнування на межі руда-порода, створення термоудару при високій швидкості нагріву, призводить до переходу від в'язкого руйнування до крихкого.

Одним із найбільш радикальних шляхів підвищення ефективності в'язучих систем є комплексне використання механо- та хімічної активації. При цьому оптимальним з точки зору вдосконалення технології композиційних цементів для жаростійких матеріалів є змішування та домелювання у

вібраційном у млині звичайного портландцементу з мінеральними та комплексними хімічними добавками[5].

Гідравлічна активність різноманітних металургійних шлаків, золи-виносу залежить від їх хімічного складу та дисперсності[6].

Ефект мікрохвильового нагріву заснований на поглинанні електромагнітної енергії в діелектриках. Поля НВЧ проникають на значну глибину, яка залежить від властивостей матеріалів. Взаємодіючи з речовиною на атомному і молекулярному рівні, ці поля впливають на рух електронів, що призводить до перетворення НВЧ-енергії в тепло.

Мікрохвильове випромінювання впливає по-різному на різні матеріали, які умовно можна розділити на три групи: перша - метали, гладка поверхня яких повністю відбиває мікрохвилі; друга - це діелектрики, які пропускають випромінювання через свій обсяг практично незмінним (оксиди кремнію, різні види скла, фарфор і фаянс, поліетилен, полістирол і фторопласти, тефлон і ін.); до третьої групи відносяться діелектрики, при проходженні через обсяг яких відбувається поглинання мікрохвильового випромінювання і супроводжується розігрівом матеріалу[2].

Дослідження, проведені О.С. Сідлаком [3-4], доводять, що при використанні НВЧ-енергії матеріал набуває кращих фізико-хімічних властивостей, а саме (прискоренні строки тужавлення, підвищена міцність).

Подальші дослідження будуть націлені на розробку технології активації компонентів мало-клінкерних в'язучих матеріалів при застосуванні НВЧ-випромінювання.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Конструкції будинків і споруд. Теплова ізоляція ДБН В.2.6-31: 2006. – К.: Мінбудархітектури України, 2006. – 71с. – (Державні будівельні норми України)
2. Абкин Е.Б. и др. Измельчение руд с применением электромагнитной энергии СВЧ // Обогащение руд. – 1986. – т. 6. – С. 2–5.
3. Сердюк В.Р., Сидлак О.С. Теоретические предпосылки внедрения СВЧ излучений при активации золы-выноса для бетонных смесей. // Научно-технический сборник “Будівельні матеріали, виробництво та санітарна техніка” Випуск № 56 (2015). – с. 104-110.
4. Сидлак О.С. Ресурсозберігаюча технологія використання активованої золи виносу тес для виробництва будівельних сумішей // презентація (2015).
5. КОМПЛЕКСНЕ ЗОЛОШЛАМОВЕ В'ЯЗУЧЕ. // Вісник Одеської державної академії будівництва та архітектури. – 2006. – Вип. 21. – С. 94-100.
6. Активация компонентов цементно-золы композиций лужными відходами глиноземного виробництва. // Вісник Вінницького політехнічного інституту. – 2006. – № 4. – С. 5-19.
7. В'язуче з відходів для дорожнього будівництва. (167,63kb) // Сучасні технології, матеріали і конструкції в будівництві. – Вінниця: УНІВЕРСУМ-Вінниця, 2004. – С. 50-54

Бричанський Артур Олегович, студент, Факультет будівництва, теплоенергетики та газопостачання, Вінницький національний технічний університет, м. Вінниця, artyrbr@gmail.com

Ковальський Віктор Павлович – к.т.н., доцент кафедри МБА ВНТУ. Член кореспондент Академії будівництва України. Email: VNTY-Kovalskiy@yandex.ru.

Brychanskyi Artur, student, Faculty for Civil Engineering, Thermal Power Engineering and Gas Supply, Vinnytsya national technical university, Vinnytsya city, artyrbr@gmail.com

Kowalski Viktor Pavlovych – Ph.D., Associate Professor, Department of Urbanism and Architecture VNTU (Vinnytsa National Technical University). Corresponding Member of the Academy of Ukraine. Email: VNTY-Kovalskiy@yandex.ru.

ОСОБЛИВОСТІ ФОРМУВАННЯ АРХІТЕКТУРИ ЦЕНТРАЛЬНОЇ ЧАСТИНИ М. ВІННИЦІ КІНЦЯ ХІХ СТОЛІТТЯ

Вінницький національний технічний університет

Анотація

Визначено загальні принципи формування архітектури центральної частини м. Вінниці кінця ХІХ століття. Проаналізовано основні напрямки розвитку стилізованих рішень будівель та споруд з урахуванням архітектурно-містобудівних та історико-культурних чинників.

Ключові слова: періодизація, містобудівний розвиток, стилістичне рішення, історизм.

Abstract

It defines the general principles of forming the architecture of the central part of Vinnitsa at the end of XIX century. It analyzed the basic directions of stylistic solutions of the buildings considering architectural, urban planning and historical and cultural factors.

Keywords: periodization, urban development, stylistic solution, historicism.

Вступ

Сьогодні однією з найскладніших проблем містобудівного розвитку Вінниці є проблема адаптації територій історичного центру до умов сучасного міста. Проте пріоритетні завдання в галузі охорони історичної міської забудови вимагають чіткого визначення факторів, що вплинули на її створення, правильного розуміння морфологічних особливостей та точної стильової ідентифікації будівель та споруд. Тому постала гостра необхідність, з метою подальшого збереження, визначити етапи розвитку архітектури, виявити та узагальнити стильові особливості, розглянути кращі зразки зодчества міста Вінниці.

Метою статті є визначення загальних принципів формування архітектурно-містобудівної структури центральної частини м. Вінниці кінця ХІХ ст. Проаналізувавши найкращі зразки архітектури кінця ХІХ ст., виявити їх стилістичні особливості і композиційні прийоми.

Результати дослідження

У наш час пам'ятки культури викликають підвищений суспільний інтерес. Це пов'язано з новим ставленням до історичного минулого та його переосмисленням. Пам'ятки культури – це, передусім, нерухомі пам'ятки: археології, історії, архітектури, містобудування, монументального мистецтва, науки і техніки. Вони є свідченням самобутнього розвитку нашого народу та відображенням економічного, суспільного, політичного, науково-технічного й культурного розвитку держави. [1]

Визначення етапів містобудівного розвитку Вінниці, насамперед, пов'язане з суспільним та економічним розвитком міста. Після будівництва у 1871 році залізниці Київ-Балта-Одеса, запровадження реформи місцевого управління та заснування Вінницької міської ради, почалися важливі містобудівні зміни. Розвиток фабрично-заводської промисловості, поява нових будівельних матеріалів та технологій, поступово змінювали провінційне обличчя міста. [2]

Хаотична парцеляція та забудова Вінниці, яка складалася в основному із дерев'яно-валькових обмазаних глиною будиночків, сформували зовнішній вигляд міста на початку ХІХ ст. [3] Проте, поява перших кам'яних будівель з фасадними композиціями класицистичних та ренесансних форм, вздовж головної осі міста – вулиці Поштової (нині вул. Соборна), слугувала поштовхом для подальшого сталого розвитку архітектури. В той час надається перевага копіюванню (стилізації) та об'єднанню (еклектиці) архітектурних форм минулих епох, в результаті кожен з новозведених будинків мав свій індивідуальний характер. [4]

Яскравим прикладом застосування історичних стилів є житловий будинок з еркером (1890 р.), вул. Соборна, 37, з характерними архітектурними деталями різних стильових напрямків: бароко (сандрики, прикрашені ліпниною та башточка зі шпилем) та неоренесансу (підвіконні парапети з ліпниною, візерунчасті карнизи). [5]

У стилістиці неоренесансу вирішено будинок К. Топачевського (1890 р.) по вул. Архітектора Артинова, 21. Продовженням традицій ренесансу і бароко є стиль Боз-ар, який застосовується у вирішенні фасадів готелю «Франція» (1897 р.), вул. Соборна, 34. Фасади якого мають витончене оздоблення з використанням барельєфів, картушів та чисельним ліпним декором. [5]

Архітектурні елементи стилізації на тему романської та готичної архітектури проявилися у вирішенні фасадів будинку міського голови М. Оводова (1890-ті роки), вул. Магістратська, 64. Бічні ризаліти будівлі мають характерне асиметричне готичне завершення. [5]

Наприкінці XIX ст. в архітектурі міста з'являється неоросійський стильовий напрямок, що знайшов своє відображення в архітектурі будівлі реального училища (нині Вінницький торгово-економічний інститут по вул. Соборній, 87). Він виник в рамках загальноєвропейського підйому інтересу до національної архітектури, і являє собою інтерпретацію й стилізацію давньоруської та візантійської спадщини. [5]

Наприкінці XIX ст., завдяки ряду чинників, розпочались важливі перетворення міського середовища: запроваджено загальне планувальне поєднання частин міста та поступова заміна дерев'яних та валькових будинків кам'яними; які за короткий термін змінили обличчя міста.

Висновки

1. За результатами дослідження містобудівного розвитку центральної частини м. Вінниці кінця XIX століття було встановлено, що даний період вирізняється високою динамічністю яка виникла в результаті кардинальних змін у планувальній та архітектурно-просторовій структурі міста.

2. Характерною особливістю періоду кінця XIX ст. є тенденція до збільшення кількості кам'яних будинків та пошук яскравих індивідуальних стильових вирішень.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Малаков Д. В. По Брацлавщине (от Винницы до Тульчина) / Д. В. Малаков – Москва: «Искусство», 1982. – 175 с.

2. Денисова Л. М. Місто зі скромною приналежністю / Загородня Л. М. // Архітектурна Вінниця: час, простір, особистості. Альманах. – Вінниця: ПП «ПРАДА АРТ», 2012. – №4. – С. 15-33.

3. Бируля О. В. Архітектурна історія Вінниці / О. В. Бируля – Вінниця: Державна друкарня ім. Леніна, 1930. – 70 с.

4. Історико-містобудівні дослідження: Васильків, Вінниця, Горлівка, Ізмаїл / За ред. Вечерського В. В.; Відп. за вип. Сердюк О. М. – К.: 2011. – 276 с.; 136 іл. (Науково-дослідний інститут пам'яток охоронних досліджень).

5. Пам'ятки історії та культури Вінницької області. Вінниця / ред. кол. тому Зводу пам'яток іст. та культ. України у Вінницькій обл.: Ю. А. Зінько (гол. ред.), С. М. Василюк (заст. Гол. ред.), К. І. Висоцька [та ін.]; автор. колектив: А. В. Войнаровський, С. Д. Гальчак, С. О. Гусєв [та ін.]; упоряд.: Ю. А. Зінько, А. М. Подолинний. – Вінниця: ТОВ «Нілан-ЛТД», 2016. – 224 с., іл.

Субін-Кожевнікова Альона Сергіївна – аспірант кафедри БМГА, Вінницький національний технічний університет, Вінниця, e-mail: alena.subin@gmail.com

Науковий керівник: **Смоляк Володимир Вікторович** – к. арх., доцент кафедри БМГА, Вінницький національний технічний університет, м. Вінниця

Subin-Kozhevnikova Alena – graduate student, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia, e-mail: alena.subin@gmail.com

Supervisor: Smolyak Vladimir – k. arch., docent, Vinnytsia National Technical University. Vinnytsia

СТИЛІСТИЧНІ ОСОБЛИВОСТІ ПЕРІОДУ КЛАСИЦИЗМ В АРХІТЕКТУРІ ПАЛАЦІВ СХІДНОГО ПОДІЛЛЯ КІНЦЯ XVIII- ПОЧАТКУ XX СТОЛІТТЯ

Вінницький національний технічний університет

Анотація

У даній статті здійснено комплексне історико-архітектурне дослідження пам'яток палацової архітектури стилю класицизм кінця XVIII початку XX століття, що розташовувались на Східному Поділлі. Встановлено періодизацію еволюції стилю класицизм у палацовій архітектурі з урахуванням історико-культурних та архітектурно-містобудівних чинників свого часу.

Ключові слова: палац, класицизм, період, маєток, стиль, архітектурні особливості.

Abstract

In this article complex historical and architectural research of palace sights of architecture of style classicism is carried out of end of XVIII of beginning of XX centuries that were situated on East Podillya. A division into periods of evolution of style is set classicism in palace architecture taking into account the historical and cultural, architectonically-town-planning factors at one time.

Keywords: palace, classicism, period, estate, style, architectural features.

Вступ

Сьогодні вивченням палацової архітектури цікавиться багато українських науковців та дослідників. Адже вони є унікальними та висококультурними зразками архітектурної спадщини країни. Палаці Східного Поділля, більшість з яких є пам'ятками національного значення, щодня втрачають свій автентичний вигляд, та це унеможливорює подальше їх збереження, повноцінне відновлення та використання. Не вивченою є проблема обґрунтування основних етапів розвитку, характерних особливостей та архітектурно-планувальних вирішення класицистичних палацових комплексів періоду кінця XVIII – початку XX століття.

Метою дослідження є поглиблене вивчення та систематизація панських маєтків стилю класицизм на Східному Поділлі кінця та створення цілісної картини розвитку даних палацових комплексів.

Результати досліджень

На основі архівних матеріалів, попередніх літературних досліджень та натурних обстежень проведено історико-культурний, стилістичний та архітектурно-планувальний аналіз палаців Східного Поділля кінця XVIII початку XX століття.

Кінець XVIII століття в Європі характеризувався пануванням в архітектурі стилю класицизм. Даний стиль відзначався величністю ордерних систем, монументальністю споруд, довершеністю форм, стриманими та симетричними об'ємами, спокійною колористикою, чіткістю геометричних ліній [1].

Простежено, що світові класицистичні стильові тенденції кінця XVIII століття мали значний вплив на специфіку формування архітектурно-просторового та композиційно-структурного образу панських маєтків. Власники подільських земель кінця XVIII початку XX створювали свої резиденції, основу яких сформували споруди в стилі класицизм. Залучалися до будівництва палаців відомі архітектори зі світовими іменами: Жозеф Лакруа, Франц Боффо, Лоренц Гейдон, Іржи Стіброл, та інші.

Розвиток класицистичних палацових комплексів протікає від періодів раннього та пізнього класицизму до неокласицизму. Кожен з етапів відзначався характерними особливостями стилістичних прийомів доби античності, застосуванням декоративних та конструктивних елементів

даного періоду, проте й відображаючи у собі певний відбиток власних амбіцій та бажань заможних власників.

Вкінці XVIII століття на Східному Поділлі зводились наймасштабніші палацові комплекси. Це був період раннього класицизму, у всій своїй красі – симетричності об'єму та композиційних частин стриманій вишуканості декору та лаконічності форми, довершеності та величі споруди. Одним з найкращих палаців раннього класицизму на Східному Поділлі є ансамбль Потоцьких в Тульчині [3].

Період першої половини XIX століття характеризувався зведенням групи палаців середньої величини на території Східного Поділля, а саме палац Комара в Мурованих-Курилівцях (1805 р.), палац Пшилуських в Нападівці (1820 р.), палац Чарномських в Чорномині (1820 р.), палац Потоцьких у Дашеві (1825 р.), палац Четвертинських в Антополі (1830 р.), палац Рудзьких у Біличині, тощо. Даний етап становлення палацової архітектури уже зрілого класицизму окреслює об'єми споруд більш чітко та жорстко, композицію фасадів робить фронтальною, а пластику відмічає насиченішою.

Період кінця XIX – початку XX століття на Східному Поділлі характеризується будівництвом споруд у стилі неокласицизму. Одним з малочислених зразків даного палацового зодчества кінця XIX початку XX століття [6] є палацово-парковий ансамбль графині Щербатової в місті Немирові.

Закономірності формування конструктивних та композиційно-естетичних вирішень головних фасадів та декоративних оздоблювальних елементів палацових споруд у поєднанні з новоствореними, оточуючими мальовничими парками, англійськими галявинами та французькими садами, гармонійно підкреслювали довершений образ унікальних архітектурних ансамблів стилю класицизм.

Висновки

1. Період класицизму в зародженні палацової архітектури відзначався монументальністю будівель, величністю ордерних систем, досконалістю форм, симетричністю об'ємів, витриманою колористикою, чіткістю геометричних ліній та анфіладністю планування.

2. Палацове будівництво періоду класицизм залишило висококультурні зразки архітектурної творчості видатних світових зодчих та справило значний вплив на становлення інших громадських та адміністративних споруд періоду кінця XVIII початку XX століття.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Тимофієнко В.І., Єрошев В.Ю. Українська садибна архітектура другої половини XVIII ст. – першої третини XIX ст. – К.: НДІТІАМ, 1993. – 44 с.
2. Малаков Д.В. По Брацлавщине: От Винницы до Тульчина. – М., 1982. – 173с.
3. Леонтьев Д. Архитектура Украины. Велика ілюстрована енциклопедія. – Веста, 2010. – 224с.:іл.
4. Aftanazy Roman. Dzieje rezydencji na dawnych kresach Rzeczypospolitej / Roman Aftanazy. T. 10 a. Materiały do dziejów rezydencji. – Wrocław, Warszawa: 1997- 774s.
5. Овсійчук В.А. Класицизм і романтизм в українському мистецтві. – К.: Дніпро, 2001. – 448 с.
6. Історія української архітектури // Ю.С. Асєєв, В.В. Вечерський, О.М. Годованюк та ін. / За ред. В.І. Тимофієнка. – К.: Техніка, 2003. – 472 с.:іл.

Хороша Оксана Іванівна — аспірант кафедри БМГА, Вінницький національний технічний університет, Вінниця, e-mail: ksyun_@ukr.net

Науковий керівник: **Смоляк Володимир Вікторович** – к. арх., доцент кафедри БМГА, Вінницький національний технічний університет, м. Вінниця

Oksana Khorosha – graduate student, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia, e-mail: ksyun_@ukr.net

Supervisor: **Smolyak Vladimir** – k. Arch., docent, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia.

Розвиток фізкультурно-оздоровчої інфраструктури на прикладі дошкільного навчального закладу №23 в м. Вінниця

Вінницький національний технічний університет

Анотація

Розглянуто зміст поняття «дошкільний навчальний заклад». Проаналізовано сучасний рівень розвитку фізкультурно-оздоровчої інфраструктури. Визначено перспективні результати напрямку дослідження.

Ключові слова: фізкультурно-оздоровча інфраструктура; дошкільний навчальний заклад; фізичний розвиток дітей; здоров'язбережувальне середовище.

Abstract

The content of the concept of "sports and recreation infrastructure." The current level of development of sports and recreation infrastructure. Perspective results.

Keywords: sports and recreational infrastructure; pre-school; physical development of children; the environment for health care.

Вступ

Дошкільний навчальний заклад – це, перш за все, соціальний заклад, відвідувачі якого потребують особливої уваги. Завданням є створення оптимальних умов для належного функціонування закладів, забезпечення нормальних умов праці працівників і комфортні умови та фізичний розвиток дітей, запобігання дитячого травматизму та нещасних випадків в дитячих установах [1]. Дошкільні дитячі заклади мають передбачати в своїй структурі фізкультурно-оздоровчі зони, які покликані забезпечити безпеку, охорону життя та здоров'я вихованців. Крім того, вони повинні відповідати їх духовним і соціальним потребам – пізнавальним, естетичним, загальнокультурним, комунікативним.

Результати дослідження

Фізкультурно-оздоровчі заклади (центри, комплекси, клуби, студії тощо) – заклади фізичної культури і спорту, які здійснюють фізкультурно-оздоровчу діяльність [2].

Соціальні зміни спричинили появу нових видів і форм фізкультурно-оздоровчих і дозвільних занять. Відомо, що розвиток дитини залежить від багатьох факторів і особливо від середовища, в якому виховується дитина. Для забезпечення дітям здорових умов перебування на свіжому повітрі, для зміцнення їх організму, правильного фізичного розвитку, а також для розумного проведення дозвілля в колективі своїх однолітків, в кожному дитячому дошкільному закладі передбачається фізкультурно-оздоровча інфраструктура.

Науково-технічний прогрес, що є основною причиною зниження рухової активності сучасної людини, вже торкнувся умов побуту дитини та її основної діяльності – гри. На сучасному етапі розвитку суспільства спостерігається тенденція до погіршення стану здоров'я дітей, а оскільки фундаментальною основою виховання і навчання є турбота про здоров'я молодого покоління, тому і виникає потреба у виборі найбільш оптимальних засобів для навчання та виховання дітей дошкільного віку. У дошкільному віці

закладаються основи здоров'я і довголіття, формується система рухових умінь і навичок, створюється фундамент для виховання фізичних здібностей, розвиваються морально-вольові якості, інтелектуальні здібності та естетичні ідеали. Тому дуже важливо щоб територія, прилегла до дошкільних навчальних закладів була безпечною для малюків, сприяла гарному відпочинку і правильному розвитку. Сприяти цьому в першу чергу повинен правильно сформований ландшафт закладу [3].

Основною метою даного проекту є задоволення потреб у забезпеченні прав вихованців дитячого садочка на комфортні умови для всебічного розвитку, а саме на фізкультурно-оздоровчий процес, що виражається в зниженні захворюваності дітей та поліпшенні їхнього емоційного стану.

Перспективними результатами проекту є створення здоров'язбережувального середовища, формування здорової особистості; підвищення комфортності функціонування закладів; покращення фізичного стану дітей; підвищення безпеки життєдіяльності дітей і працівників; зниження захворюваності дітей. Це дасть змогу для подальшого розвитку, оновлення й запровадження новітніх технологій у дошкільній освіті, розширення спектра освітніх послуг.

Реалізація проекту та отримання конкретних результатів дозволить відчувати підвищення фізкультурно-оздоровчого рівня вихованців дитячих садочків, а створення сучасних умов надасть юним громадянам можливість розвиватися, рости здоровими, творчими, виховуватися в національних традиціях, бути захищеними від будь-яких форм насильства, з почуттям власної гідності.

Висновки

1. Проаналізовано сучасний рівень розвитку фізкультурно-оздоровчої інфраструктури.
2. Досліджено проблеми розвитку фізкультурно-оздоровчої інфраструктури.
3. Визначено перспективні результати впровадженого проекту.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Державні будівельні норми України: Будинки і споруди. Спортивні та фізкультурно-оздоровчі споруди. – ДБН В.2.2-13-2003.
2. Закон України про фізичну культуру і спорт. Ст 15. «Фізкультурно-оздоровчі заклади»
3. Ковальський В. П. Ландшафтний дизайн прилеглої території дошкільних навчальних закладів [Текст] / В. П. Ковальський, Г. І. Лисій // XI Международной научно-практической конференции «Тенденции современной науки – 2016», 30.05 – 07.06.2016 . - Science and Education Ltd : Nauka I studia, 2010. - С. 60-64.

Олена Олександрівна Шамраєва – студент групи БМ-136, факультет будівництва, теплоенергетики та газопостачання, Вінницький національний технічний університет, Вінниця, e-mail: a_shamraeva@mail.ru;

Віктор Павлович Ковальський – науковий керівник, канд. техн. наук, доцент кафедри містобудування та архітектури, Вінницький національний технічний університет.

Helen O. Shamraieva – Department of Building Heating and Gas Supply, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia, e-mail: a_shamraeva@mail.ru;

Victor P. Kovalskiy – supervisor, Ph.D., Assistant Professor of urban planning and architecture, Vinnytsia National Technical University.

Квартал плавучих будинків

Вінницький національний технічний університет

Анотація

В даній статті розглядаються та аналізуються проектувальні рішення плавучих будинків в якості елементів кварталу, способи правильної композиції для будівництва, переваги та недоліки плавучих будинків з погляду міста, людей та екології.

Ключові слова: плавучий будинок; плавучі основи; локальні мережі.

Quarter houseboats

Abstract

This article discusses and analyzes design solutions of houseboats as elements of the district, the way of correct composition for the construction, advantages and disadvantages of houseboats from the point of view of the city, the people and the environment.

Keywords: houseboat, floating foundations; a local area network.

Актуальність плавучих будинків

В наш час спостерігається інтенсивна забудова приватними будівлями з метою відпочинку, садівництва, городництва. Через це створення нового типу житла – питання часу. Таким і являється плавучий будинок. Процес створення нових видів житла, а тобто плавучих будинків розпочався ще з 80-х років ХХ століття. В наш час країни закордонні уже багато дослідили у цій області та активно використовують такий тип житла. Тому створення в Україні жител такого зразка лише питання часу, так як це інноваційний для нас приклад архітектури та конструктиву.

Питання проектування плавучих будинків

Структура плавучого будинка має свою специфіку. Архітектурна композиція і об'ємно-планувальні характеристики плавучих будинків знаходяться в діапазоні між звичайним однородним будинком і судном, наприклад яхтою, і містять характерні риси і того, і іншого і при цьому не повторюють в повному обсязі архітектуру традиційного житла і звичайного судна. Плавуче житло покликане поєднати переваги і позитивні характеристики звичайного, що знаходиться на твердому ґрунті житла і призначеного для перебування у водній стихії судна. Нижня частина розташованих на воді будинків виконується у вигляді понтонів або корпусу судна, а верхня частина – у вигляді традиційних односімейних будинків. Плавучі будинки не розраховані на швидкісний рух, їх швидкість не перевищує 5 – 7 вузлів. Плавучі будинки мають пристосування і пристрої для кріплення буксирувальних тросів (катушки для намотування, «бики» для зачеплення тросів).

До будинків на воді пред'являються підвищені вимоги по корозійній стійкості у зв'язку з впливом води, особливо морської солоної води з високим ступенем агресивності. Термін служби (довговічності) плавучих будинків, як правило, у два-чотири рази менше, ніж у будинків, розташованих на материку. При проектуванні плавбудинків забезпечуються норми стійкості на воді, розрахунок конструкцій виконується з урахуванням динамічного навантаження від хвиль і від виштовхуючого тиску води (архімедового сила). Центр тяжкості плавучого другого житла повинен бути як можна нижче – це дає стійкість і знижує ймовірність крену і перекидання житла.

Архітектура житла створюється з урахуванням підвищеної вітрового навантаження, що виникає через розгону вітрів на відкритому просторі водойм. Для мінімізації «парусності» вдома приймають по можливості мінімальні габарити приміщень по висоті, довжині і ширині. При проектуванні прагнуть до мінімальній вазі будівлі (для кращої стабільності і плавучості) за рахунок застосування сучасних високоміцних легких матеріалів і відносно невеликих прольотів між несучими конструкціями (невеликі прольоти дозволяють зменшити висоту перекриття і покриття і тим самим

зменшити вагу). У разі, коли передбачається буксирування плавбудинків по річці, їх розміри повинні бути в межах підмостового габариту (з тим, щоб була можливість проходити під мостами і мостовими переходами): ширина – не більше 4,5 м, довжина – до 7,5 м.

У більшості плавучих будинках відсутні багато видів технічних систем, наявність яких на суднах є обов'язковим, наприклад, механізми для полегшення рульового управління, навігаційна система, система балансу, система відсіків безпеки, система автоматичного протидії впливів хвиль та змін напрямку вітру і дії хвиль, система попередження про рифи та інші перешкоди. Двері та вікна, що відчиняються плавучих будинків розташовуються трохи вище ватерлінії, на відміну від судів, де двері розташовуються на верхніх палубах, а відкриваються вікна знаходяться на значній висоті від рівня води при повному завантаженні судна (від ватерлінії) і оснащені автоматичними запірними пристроями у разі проникнення до вікна води ззовні. На віддалених від берега плавбудинках передбачаються автономні джерела енергопостачання (за рахунок енергії вітру, сонця і традиційних вуглеводневих продуктів), водопостачання (опріснення і фільтрація води з водойм і збір дощової води – у разі тривалого перебування у відриві від суші), видалення відходів (локальні очисні та утилізуючі споруди).

Передбачаються заходи щодо безпечної експлуатації будинків на воді:

- Підвищені протипожежні у зв'язку з наявністю в плавучому будинку пального для приводять у рух плавучі будинки двигунів; забір води для протипожежних цілей проводиться з водойми.

- Залучення спеціально підготовленого екіпажу для управління й обслуговування несамохідних плавучих будинків зі знанням правил судноплавства, морського та річкового орієнтування та навігації.

- Освітлення з урахуванням наявності спеціальної сигнальної системи в темний час доби для позначення своєї присутності на воді та попередження інших судів.

- Наявність на будинку-кораблі рятувальних засобів, у тому числі у вигляді плотів, шлюпок, рятувальних жилетів і ін.

Будівництво, розміщення та експлуатація плавучих будинків дозволяється за таких умов:

1. Забезпечення заходів щодо безпечної експлуатації плавучі будинки.
2. Забезпечення міцності, жорсткості, просторової стійкості плавучого (водного) житла.
3. Наявність технічної проектною документації, розробленої з дотриманням існуючих містобудівних, екологічних, санітарно-гігієнічних, протипожежних норм перебування на воді.
4. Дотримання вимог охорони навколишнього середовища, що пред'являються до водних об'єктів і об'єктівв прибережній і водоохоронної зони.

Будівельні аспекти розміщення плавучих будинків

Плавучі будинки розміщуються в переході зони між сушею та водною гладдю на відносному мілководді. Вона відрізняється наявністю суден з мілкою осадкою на берегах річок та заток. Вони здатні тривалий час знаходитись на одному місці, але при бажанні їх можна відбуксувати на нове місце дислокації. Кілька будинків поєднують між собою перехідними мостами, плотами, навісами, галереями та створюють поселення плавучих будинків.

При плануванні плавучих будинків потрібно враховувати безперешкодний рух кожного будинка. Через це слід дотримуватись розрив між будинками для забезпечення відстані між ними.

Для постачання та інженерно-технічного обслуговування в більшості випадків використовується інфраструктура поселень поблизу. В період масового перебування відпочиваючих в плавучих будинках, виникають сезонні навантаження на інфраструктуру кварталу. Окрім того власники плавучих будинків використовують заклади соціально – господарського обслуговування ближніх поселень: медичні заклади, спортивні споруди, культурно – розважальні і глядацькі будівлі.

Важливою вимогою є наявність стабільної системи зв'язку з берегом в екстрених випадках. Доцільно застосовувати автоматичні системи інженерно забезпечення житла на воді. Каналізація може представляти собою локальні очисні споруди; енергопостачання – за рахунок енергії вітру, сонця, води; водопостачання – за рахунок опріснювальних систем.

Плавучі будинки і прибережні ландшафти

Будівництво будинків на воді має двояке відношення до оточуючого середовища. З одної сторони – це змінює характер ландшафту, в більшості до негативного. З іншого боку, перебувають у водних

будинках громадяни мають можливість «споживати» навколишні ландшафти, якість яких збагачено за рахунок водного дзеркала водойм.

Виникнення плавучих будинків вздовж берегової лінії змінює враження від дуже чутливих до втручання ззовні прибережних ландшафтів: замість чистих територій з наявними водними дзеркалами з'являються штучно створені споруди, які затуляють вид з берега на водну поверхню і вид з води на берег. З'являється контрастне протиставлення і в багатьох випадках нерозв'язне протиріччя між штучним техногенним і природним.

Прибережні ландшафти збагачені естетичними характеристиками водойм і прибережних територій, і в зв'язку з цим вони становлять особливу цінність і підлягають охороні. Будівництво у водоохоронних зонах повинно регламентуватися не тільки санітарно-гігієнічними та природоохоронними нормами, але і вимогами художньо-естетичної виразності. В містобудівній проектній документації необхідно визначати зони можливого будівництва та розміщення плавучих будинків і територій з обмеженнями такого будівництва. Будинки на воді необхідно будувати нижче за течією від водозабірних споруд і поза їх охоронних зон, поза охоронюваних заповідних територій-національних парків, а також поза територій загальнодержавного і репрезентативного значення, зокрема таких, як набережні в центральних частинах міст.

Одним з головних переваг плавучих будівель перед іншими, стаціонарними «сухопутних» типами другого житла є одночасне подання споживачеві (в особі проживають в плавучому будинку) подвійного асортименту ландшафтів – з одного боку, водного з постійно мінливою палітрою кольорних відтінків водної стихії (в залежності від погодних умов і часу доби), з іншого – наземного ландшафту прибережної берегової зони.

Є підстави прогнозувати зростання кількості і темпів поширення в перспективі надводних і підводних будівель. Експансія плавучих будівель обумовлена, з одного боку, розвитком авіаційного та водного транспорту, прагненням людей освоювати нові території для розміщення другого житла. З іншого боку, збільшення чисельності населення планети і зростання темпів будівництва залишають все менше вільних територій з атрактивними ландшафтами. За прогнозами IPCC (Intergovernmental Panel on Climate Change), рівень моря протягом цього століття підніметься на 20-90 см. У разі, якщо збудяться прогнози деяких вчених про глобальне потепління клімату та спричиненим ним скороченням площі суші і дефіцитом земельних ресурсів, то надводні і повітряно-надводні другі житла отримають додаткові аргументи на користь свого розвитку.

Висновки

У висновку можна сказати що відпочинок в плавучих будинках – інноваційний вид туризму, що активно розвивається в країнах світу. Будинки – щось середнє між однородним будинком та судном, тобто має риси обох. Планувальні рішення будинків на воді слід проводити таким чином щоб мінімально зашкодити навколишньому середовищу, тобто водним акваторіям. Будівництво плавбудинків поступово поширюється на нові території та нові держави, а оскільки в Україні відсутня документація досвід закордонних держав необхідний для розвитку сфери квартальної забудови плавучих будинків.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Первично-вторичные кольца отопительных систем [Електронний ресурс]. – Режим доступу: http://ostroykevse.ru/Otoplenie/Otoplenie_21.html
2. Отопление очень просто! Часть 2 [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://heatsim.narod.ru/doc/otoplenie2.html>
3. Системы отопления с первично-вторичными кольцами [Електронний ресурс]. – Режим доступу: http://mainstro.ru/articles/ing/teplo/sistemy-otopleniya-s-pervichno-vtorichnymi-koltsami/sistemy-otopleniya-s-pervichno-vtorichnymi-koltsami_845.html
4. ВТОРОЕ ЖИЛИЩЕ ТИПА «ПЛАВУЧИЙ ДОМ» 2 [Електронний ресурс]. - Режим доступу: http://archvuz.ru/2014_1/21
5. 7 проектов плавающих мегаполисов2 [Електронний ресурс]. - Режим доступу: <http://domtix.ru/realestate/post/326770/>
6. Плавучие дома Дайджест (обзор по материалам прессы) [Електронний ресурс]. - Режим доступу: <http://www.ad-m.info/history.html>

Науковий керівник Кучеренко Лілія Василівна – к.т.н., доцент кафедри містобудування та архітектури Вінницького національного технічного університету.

Марущак Ілля Володимирович – студент IV курсу, гр.БМ-13, ФБТЕГП, Вінницького національного технічного університету.

Supervisor Lilia Kucherenko - Ph.D., assistant professor of construction, urban and architectural Vinnytsia National Technical University.

Illya Marushchak – student of Vinnytsia National Technical University.

ЖИТЛОВИЙ КВАРТАЛ З ПРОЕКТУВАННЯМ ГРОМАДСЬКОЇ БУДІВЛІ

¹Вінницький національний технічний університет

Анотація

Проаналізовано сучасний стан та природні умови території, розглянуто перспективу розвитку міста, досліджено актуальність планування нового житлового кварталу та розміщення в ньому громадської будівлі.

Ключові слова: житловий квартал, громадська будівля, містобудівний розвиток, містоутворюючі процеси, планувальний модуль, капітальне будівництво.

Abstract

The current state and environmental conditions of the territory, the prospects of the city, investigated the relevance of planning a new residential area and placing it in a public building.

Keywords: residential area, public building, urban development, city-forming processes, the planning module construction part.

Вступ

Місто Славути розташоване на Волино-Подільській височині Українського Полісся на правому березі річки Горинь, в яку впадає невелика мілководна річка Утка.

Місто обласного значення загальною площею 2249,6 Га, центр Славутського району, індустріальний центр на півночі Хмельниччини.

У ландшафтній структурі міста переважає пологорівнинний тип рельєфу з незначними ухилами поверхні. Клімат атлантико-континентальний. У північній частині міста проходить автомагістраль республіканського значення Бердичів-Шепетівка-Острог з подальшим напрямом на Тернопіль і Рівне. Південно-західніше Славути, в 18 км розташований залізничний вузол, промисловий центр Хмельницької області м. Шепетівка [1].

Існуючий житловий фонд м. Славути в межах міської смуги складав на 01.01.2007 р. – 690 тис. кв. м загальної площі.

У числі культурно-просвітницьких установ міста: кінотеатр ім. Шевченка, міський Палац культури, зал атракціонів, кінотеатр, дві бібліотеки – дитяча та доросла, вісім дитячих оздоровчих таборів, загальноосвітні школи, початкова та школа-гімназія, Славутський професійний ліцей.

Результати дослідження

Перспективи розвитку міста Славути на розрахунковий період визначаються з обліку основних економіко-географічних факторів та місцевих містобудівних умов, що зумовлюють загальні масштаби його розвитку.

У відповідності до схеми районного планування Хмельницької області, місту Славуті по його місцю в сучасній та перспективній системі населених пунктів області відведена роль районного центру. Промисловість, транспорт, обслуговуючі заклади міста є місцем праці значної кількості працюючих оточуючих населених пунктів. При визначенні подальшого розвитку міста на розрахунковий термін були враховані наступні передумови:

- розташування міста в зоні інтенсивно розвиненого сільськогосподарського виробництва; - зручні транспортні зв'язки - місто розташоване в 18 км від великого залізничного вузла Шепетівки, наявна автомобільна дорога державного значення;

- сприятливі природні умови для мешкання населення та організації відпочинку населення як власне міста, так і близько розташованих населених місць;

Житловий квартал є територією, яка обмежена з усіх боків вулицями. У практиці нашого містобудування розміри житлових кварталів приймаються в межах від 4 - 12 га. Розміщувати

квартали слід по можливості довгою стороною вздовж магістральних вулиць з метою збільшення відстані між перехрестями. У кварталах, крім житлових будинків, розміщуються дитячі установи, а при достатній площі кварталів - і школи. Також наявні гаражі-стоянки для автомобілів, а також дитячі та спортивні майданчики. Незабудована частина кварталу використовується під зелені насадження, господарські двори і проїзди з тротуарами. Тротуари, проїзди, двори і заощені майданчики, розташовані на території кварталу, займають до 15% його площі [2]. При квартальній системі забудови бажано передбачити спеціальні території - «квартали обслуговування», де концентрується підприємства комунального обслуговування населення. Квартали обслуговування розміщуються так, щоб обслужити населення прилеглих житлових кварталів в радіусі 700 - 800 м.

Особливо істотним для планування є поверховість будівель, оскільки вона впливає на планувальну організацію території, що забудовується. До числа інженерних умов, що визначають поверховість житлових будинків, відносять:

- ступінь несучої здатності ґрунтів, що залежить від гідрогеологічних і геологічних даних;
- наявність сейсмічних, карстових і зсувних процесів, штучних виробок копалин та ін.

Досвід містобудування показує, що введення в рядову забудову будівель підвищеної поверховості відповідає екологічним вимогам у використанні міської території. Будинки змішаної поверховості вносять в масову забудову різноманітність і підвищують просторову виразність забудови магістралей [3].

Потреби людини в наданні необхідної кількості послуг, поява великої кількості приватних компаній і організацій малого бізнесу визначили проблему нестачі громадських будівель. Приміщення громадського призначення доводиться вбудовувати в квартири житлових будинків, освітні установи та лікарні. У цивільному будівництві великих міст стають популярними висотні будівлі з розміщенням в них багатофункціональних приміщень.

Висновки

Вигляд міста залежить не тільки від правильного планування житлових кварталів і їх раціональної забудови, але і від того, як розташовані в ньому громадські будівлі, наскільки вони зручні, функціональні і красиві ззовні. Що собою являють ці будови, як їх правильно проектувати, як використовувати застарілі приміщення - все це необхідно знати фахівцям архітектурної справи, щоб створювати по-справжньому сучасні, витончені і в той же час практичні споруди для людей. Головна функція цих споруд - забезпечувати зручність і комфорт жителям мегаполісів і маленьких міст, задовольняючи всі потреби.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Місто Славута Хмельницької області [Електронний ресурс]. – Режим доступу: http://mistaua.com/Україна/Хмельницька_область/Славутський_район/Славута
2. Планування і забудова міських і сільських поселень ДБН 360-92** [Чинний від 19.03.2002] – Держбуд України, Київ, 2002.
3. Розпланування житлових районів, мікрорайонів, кварталів [Електронний ресурс]. – Режим доступу: http://allformgsu.ru/publ/vvedenie_v_spezialnost/ponjatie_o_zhilom_rajone_mikrorajone_i_kvartale/22-1-0-102

Олійник Юлія Григорівна – студентка групи БМ-13, Факультет будівництва, теплоенергетики та газопостачання, Вінницький національний технічний університет, м. Вінниця, yuliaoliynyk10@mail.ua

Науковий керівник: **Загреба Василь Петрович** - кандидат технічних наук, доцент кафедри містобудування та архітектури, Факультет будівництва, теплоенергетики та газопостачання, Вінницький національний технічний університет, м. Вінниця

Oliynyk Yulia - student, Faculty for Civil Engineering, Thermal Power Engineering and Gas Supply, Vinnitsa national technical university, Vinnitsa city, yuliaoliynyk10@mail.ua

Supervisor: **Vasily Zagreba** - PhD, docent of Urban planning and architecture, Faculty for Civil Engineering, Thermal Power Engineering and Gas Supply, Vinnitsa national technical university, Vinnitsa city

ОСОБЛИВОСТІ РЕКОНСТРУКЦІЇ ТА БЛАГОУСТРОЮ В МІСТАХ

Вінницький національний технічний університет

Анотація

Питання реконструкції житлової забудови стає дедалі актуальним у сьогоденні, так як приріст населення зростає і кожній сім'ї потрібне житло. Тому інколи доцільніше виконати загальну реконструкцію будівлі, то тут в першу чергу потрібно подумати про площі. Якщо з цим все нормально і площі достатньо для такої реконструкції, то можна обійтися тільки переплануванням і дрібним ремонтом даху чи фасаду, утепленням несучих стін, надбудовою або прибудовою, ніж збудувати нову будівлю.

Старі та трухляві споруди є в будь-якій країні і в будь-якому місті. Одна справа – пам'ятник архітектури або будинок, в якому жила всім відома особистість. І зовсім інша справа – п'ятиповерхові "хрущівки".

Ключові слова: реконструкція, житлова забудова, перепланування, ремонт, утеплення, надбудова, прибудова.

Abstract

The issue of reconstruction of residential development is becoming increasingly important in the present, as population growth and increasing every family needed housing. So sometimes perform better overall reconstruction of the building, then the first thing to think about space. If this is normal and enough space for such reconstruction, you can only do small repairs and redevelopment roof or façade insulation bearing walls, extension or superstructure than to build a new building.

The old and rotten buildings are in every country and in every city. One thing - an architectural monument or building in which all known living person. It's quite another thing - five floors "hrushivky."

Keywords: reconstruction, housing construction, remodeling, repair, insulation, superstructure extension.

Вступ

Структура існуючого житлового фонду за поверховістю, капітальністю та характером забудови неоднакова, оскільки складалася довгий час у різні історичні епохи [1].

Житловий фонд морально і фізично застарів, не задовольняє сучасним споживчим якостям, які істотно змінилися. Наприклад, енергоємність таких будинків у 2,5-3 рази більше порівняно з новими будинками.

Моральна та фізична деградація житлового фонду, експлуатованого 30-40 років без капітального ремонту, збільшується проблемою зношеністю інженерної інфраструктури, нерозвиненістю соціальної сфери, архітектурною одноманітністю, що пригнічує людину. Але все ж таки існуючий житловий фонд зараз в умовах гострого дефіциту міських земель, вичерпаності вільних територіальних резервів – величезна матеріальна цінність. Тому реконструкція існуючої забудови – це безперечно головний напрямок у розвитку міста [1].

Варіанти реконструкції

Реконструкція з надбудовою мансарди – це один з найлегших способів модернізації п'ятиповерхівок. Але у нього є свої прихильники і противники. На користь таких проектів говорять простота і не дуже висока вартість їх реалізації, а проти – те, що всі інші квартири практично не зазнають змін, та й збільшення житлової площі будинку виявляється досить незначним. До того ж знаменитий французький архітектор Мансар, проектуючи колись свої чудові надбудови, не думав про наші зміни. У п'ятиповерхівках України «горищний резерв» становить приблизно 6 млн. м² загальної площі. Якщо хоча б частину горищ переобладнати під житло, в містах з'явиться близько 150 тис. нових недорогих квартир. Мансардне будівництво, здатне дати "хрущівкам" друге життя, на 20%, а то і на 50% дешевше звичайного. Не потрібно прокладати комунікації, рити котловани, будувати фундамент, – все вже є.

Перший варіант, або, як його називають, мінімодернізація, передбачає декоративно-теплозахисну обробку фасадів, розширення балконів та лоджій, зміну віконних і дверних блоків і мінімальне перепланування квартир, яке може бути виконане без відселення мешканців. В основному це перепланування полягає в розширенні передпокою, прибудові шаф, антресолей, комор і подвійних дверей. У деяких типах квартир зашпаровуються наявні дверні отвори, пробиваються нові і додаються перегородки для створення більш раціонального планування. До робіт без відселення мешканців також відносяться: ремонт підлог, великий і малий ремонт

"столярки", внутрішні оздоблювальні роботи, ремонт та заміна покрівлі, ремонт козирків і фасадів, заміна водостічних труб, часткова або повна заміна інженерних систем. Однак заходи з перепланування квартир без відселення мешканців не здатні привести житло у повну відповідність вимогам державних будівельних норм України.

Другий варіант, що отримав назву максімодернізація, включає в себе всі роботи із утеплення фасадів, а також перепланування квартир в межах існуючих кордонів з приведенням їх об'ємно-планувального рішення до нормативних вимог ДБНів. Як правило, при цьому маленька двокімнатна квартира перетворюється на велику однокімнатну, а маленька трикімнатна – у велику двокімнатну. При максімодернізації відбувається збільшення кухонь до 8-9 м², створення просторих передпокоїв з коморами чи вбудованими шафами. У 2-3 кімнатних квартирах влаштовується роздільний санвузол з можливістю розміщення у ванній кімнаті пральної машини і ванни завдовжки 170 см. Безумовно, таке перепланування можливо тільки при відселенні жителів.

Ну а третій, найрадикальніший варіант названий реконструкцією. У нього входять всі вищезгадані фасадні роботи, перепланування квартир із збереженням їх типу (тобто кількості кімнат) та приведення їх якостей до нормативних вимог. Це досягається шляхом збільшення житлових площ за рахунок фасадних прибудов (таких, як лоджії, що спираються на стінки-пілони, або еркери); збільшується і площа торцевих приміщень. Крім зміни наявних квартир, проводиться також надбудова базового будинку мансардою або монолітними конструкціями на 2-3 поверхи.

При надбудові легкими конструкціями в мансардах можуть розташовуватися дворівневі квартири або два відособлених поверхи. І, що дуже важливо, будинок оснащується ліфтами і сміттепроводами, що роблять його набагато більш комфортабельним [2].

Крім того, п'ятиповерхова забудова недостатньо щільна. Тому в масштабах кварталу передбачається робити прибудови, які будуть по площі значно більше самих реконструйованих будівель. Але спеціалісти з різних кутків пішли далі цих трьох варіантів і тому з'явилося безліч проектів, що несуть за собою перепланування та реконструкцію житлової секції застарілої серії. Але в кожному із запропонованих проектів є свої переваги та недоліки.

Висновки

На основі досліджених проектів та методів реконструкції старої забудови, можна зробити висновок про те, що успішна реконструкція п'ятиповерхової забудови можлива при виконанні наступних заходів:

- зменшення фізичного зносу будинків масових серій за рахунок підвищення довговічності та надійності конструктивних елементів будинків;
- покращення як об'ємно-планувальної так і планувально-функціональної якості квартир за рахунок перепланування з використанням добудови, прибудови, надбудови і влаштування квартир спеціальних типів чи підвищеного комфорту (комерційних квартир, які значно перевищують нормативні вимоги по забезпеченню житловою площею на 1 людину);
- забезпечення санітарно-гігієнічного комфорту, в тому числі по шумовому та інсоляційному режимам (з врахуванням орієнтації будинків та затінення), за рахунок конструктивно-планувальних методів та шумозахисних заходів;
- підвищення експлуатаційних якостей житла за рахунок більш удосконаленого внутрішнього обладнання, звукоізоляції, теплоізоляції, впровадження ефектних матеріалів в оздоблення та конструкції.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Ключниченко Є.Є. Реконструкція житлової забудови. Техніко-економічне обґрунтування: Навчальний посібник. К.: КНУБА, 2000. - 248 с.
2. Хрущевка ru.wikipedia.org/wiki/хрущевка: общеобразовательные материалы и данные о жилищных условиях хрущовок.

Олена Ярославівна Ковальська – студентка групи БМ-13б, факультету будівництва теплоенергетики та газопостачання, Вінницький національний технічний університет, Вінниця, e-mail: yaroslavivnaxx@gmail.com

Науковий керівник: **Вікторія Леонідівна Гарнага** – канд. техн. наук, доцент кафедри БМГА, Вінницький національний технічний університет

Kovalska Olena Y. Kovalska – student of BM-13b, faculty construction of thermal power and gas, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia

Supervisor: **Harnaha Victoria L. Harnaha** – Cand. Sc. (Eng.), Assistant Professor, Department BMHA, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia

Recycling plastic waste urban agriculture

VINNYTSIA NATIONAL TECHNICAL UNIVERSITY

Abstract: *the concept of waste plastics urban economy, the need for and methods of recycling.*

The rapid development of production of various polymers in the second half of the XX century. Led to the introduction of polymeric materials in all areas of life. The volume of production continues to grow at 5-6% annually. Therefore, the issue of recycling of polymer materials are inseparable from the problems of recycling other waste of human life.

Keywords: *plastic, urban agriculture, recycling, polymeric materials.*

Plastic waste decompose under natural conditions over the years, polluting the environment degradation products. In their unauthorized burning in the atmosphere can stand extremely dangerous carcinogenic substances - dioxins and furans.

In the Vinnitsa landfill waste municipal unitary enterprise "EkoVin" made garbage that subsequently there prohibited. One day their number is 1,750 cubic meters, and for the year - about 640 thousand. M³. The total share of waste plastic, plastic film, PET (plastic container) on c. Vinnitsa is 18.5%. This is quite a significant amount, as one of the priorities is their recycling and reuse.

Main directions of recycling plastic waste: disposal in landfills and dumps; with the factory processing technologies; separate pyrolysis and burning in special furnaces; use of waste polymers as prepared material for other processes.

Average purchase prices of polymers for recycling of all kinds are 350 - 600 USD. / T.

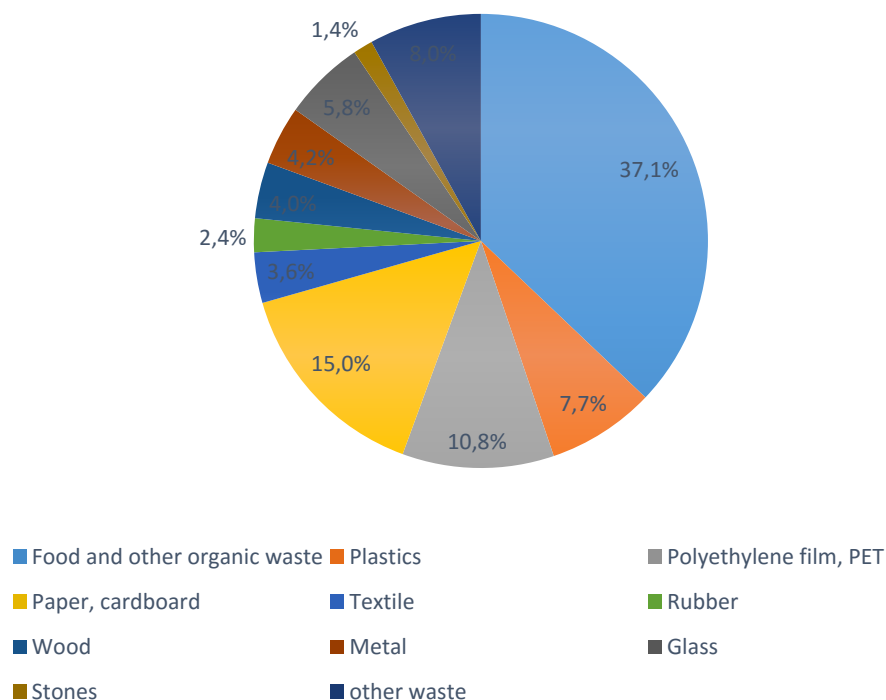
In most countries, including Ukraine, there is no waste separation. As a result, a large amount of waste is not recycled.

In Vinnitsa on landfill of waste was installed mobile station for rubbish sorting, which work to further reduce the burden on landfill and minimize the negative impact on the environment.

On the Ukrainian State Enterprise "Ukrecoresource" launched a new line of recycling polyethylene of high and low pressure, as well as polypropylene pellets that can produce trash bags, sewage pipes, outdoor tile, technical film and other similar products.

Polyethylene high density as secondary raw material used in obtaining various flower pots, for the production of toys, pipes, bags, tires, bottles and more. Highdensity polyethylene has initially pale color that is value for processing enterprises, since recycling can be painted in any color. Products derived from other materials mixed in the processing plant, the result will be black.

Morphological composition of waste in the city of Vinnitsa



Problems related to plastic waste

- *For a long time the natural decomposition;*
- *Of harmful substances in the process of decomposition;*
- *Energy-intensive recycling process;*
- *As expensive equipment for waste treatment plants;*
- *The lack of separate collection in most countries;*
- *Significant predominance of generated waste recycled.*

RESOURCES

1. BLUMENTHAL, U. J., M. STRAUSS, MARA, D. D. AND CAIRNCROSS, S. (1989). "GENERALIZED MODEL FOR THE EFFECT OF DIFFERENT CONTROL MEASURES IN REDUCING HEALTH RISKS FROM WASTE REUSE," WATER SCIENCE AND TECHNOLOGY, VOL. 21, PP. 567-577.
2. CAIRNCROSS, S., BLUMENTHAL, U., KOLSKY, P., L. MORAES, AND A. TAYEH. (1995). "THE PUBLIC AND DOMESTIC DOMAINS IN THE TRANSMISSION OF DISEASE." TROPICAL MEDICINE AND INTERNATIONAL HEALTH, VOL. 39, PP. 173-176.
3. CHIMBOWU, A. AND D. GUMBO. (1993). URBAN AGRICULTURE RESEARCH IN EAST AND SOUTHERN AFRICA II: RECORD, CAPACITIES AND OPPORTUNITIES. CITIES FEEDING PEOPLE REPORT. OTTAWA: IDRC.
4. DALHAMMAR, G. AND M. MEHLMANN (1996). WASTEWATER TREATMENT--PROBLEMATIQUE. JOINT GAP-WHO REPORT FROM AN INTERNET DISCUSSION TO THE U. N. HABITAT II CONFERENCE, ISTANBUL, JUNE 1996. STOCKHOLM: GLOBAL ACTION PLAN INTERNATIONAL.

Kozak Vadym BM-13, VNTU, Vinnytsia, abram2810@gmail.com

Stolyarenko Oksana Vasylivna, VNTU

ОСОБЛИВОСТІ ПРОЕКТУВАННЯ МУЛЬТИКОМФОРТНОГО БУДИНКУ ISOVER

Вінницький національний технічний університет

Анотація

Запропоновано концепцію та проектування мультикомфортного будинку з такими системами, як опалення, вентиляцією та енергоефективні вікна.

Ключові слова: мультикомфортний будинок, енергоефективність, вентиляція, ISOVER

Abstract

The concept and design of the building multykomfortnoho with such systems as heating, ventilation and enrhoefektyvni window.

Keywords: multykomfortnyy building, energy efficiency, ventilation, ISOVER

Вступ

Енергоефективність досягається за рахунок того, що будинок мінімально споживає енергоресурси на основі викопних видів палива. Мікроклімат створюється за допомогою механічної системи вентиляції з рекуперацією тепла. Екологія забезпечується мінімальним впливом на навколишнє середовище за рахунок того, що будинок виділяє в атмосферу мінімальну кількість CO₂ в рік.

Мультикомфортність забезпечується за рахунок того, що будинок відповідає високим показникам з акустики і звукоізоляції, створених за допомогою матеріалів, компанії «Сен-Гобен» - одного з провідних виробників акустичних матеріалів. Будинок також відповідає протипожежній безпеці будівлі [1].

Результати дослідження

Технологія «Мультикомфортного будинку ISOVER» дозволяє застосовувати будь-які архітектурні рішення – зовні такі будівлі не відрізняються від звичайних будинків. Як і в звичайному будівельному проєкті, остаточний вигляд будівлі – справа смаку. При будівництві можна використовувати різні матеріали: цеглу, дерево, сталь, скло і т.д.; дах може бути будь-якої форми – односхилий, двосхилий, плоский і т. д. Таким чином, «Мультикомфортний будинок ISOVER» обов'язково буде відображати індивідуальність свого власника. Стадія проектування «Мультикомфортного будинку» займає більше часу, зате терміни будівництва і монтажу істотно скорочуються, оскільки «Мультикомфортний будинок ISOVER» монтується на будівельному майданчику з готових конструктивних модулів, зібраних на заводі.

«Мультикомфортний будинок ISOVER» відповідає всім критеріям, які висуваються до «пасивного» будинку. Крім того, в «Мультикомфортному будинку» увага приділяється не тільки скороченню споживання енергії, як це відбувається в «пасивному» будинку, а й підвищенню комфорту: хороші акустика і освітлення, висока якість повітря всередині приміщень. При будівництві таких будинків використовуються тільки пожежобезпечні матеріали. Довговічність забезпечується за рахунок розташування несучих конструкцій в оптимальних за показниками температурі і вологості зонах. Відмінною особливістю концепції є застосування тільки екологічно чистих і безпечних для здоров'я людини матеріалів [2].

У «Мультикомфортному будинку ISOVER» на опалення щорічно витрачається менше 15 (* кВт год) / м².

Мультикомфортний будинок, який:

- мінімально споживає енергоресурси;
- забезпечує здоровий мікроклімат для вас і вашої родини;

- екологічно безпечний для навколишнього середовища;
- відповідає найвищим вимогам з акустики і звукоізоляції;
- відповідає вимогам по протипожежного захисту і довговічності будівель [3].

Низька витрата теплової енергії забезпечується завдяки скороченню тепловтрат за рахунок застосування:

- масивного безперервного теплоізоляційного шару по всьому зовнішньому контуру будівлі;
- герметичної оболонки по внутрішньому контуру будівлі;
- утеплених віконних профілів і ефективного скління;
- системи вентиляції з рекуперацією тепла більше 80% [2].

Невиконання будь-якого з цих чотирьох умов неприпустимо і зводить нанівець всі зусилля по скороченню енергоспоживання будівлі. «Мультикомфортний будинок ISOVER» вже сьогодні відповідає заважашнім вимогам до енергоефективності.

5 основних елементів мультикомфортного будинку Isover'a:

- дуже хороша теплоізолююча здатність огорожувальних конструкцій;
- зменшення містків холоду в огорожувальних конструкціях;
- дуже хороша повітронепроникність коробки будівлі;
- застосування вікон "пасивного" будинку, а також, завдяки правильному розташуванню вікон, пасивне використання сонячної енергії;
- рекуперація тепла, що відходить з повітря витяжної вентиляції [4].

Основна концепція при будівництві мультикомфортного будинку базується на наступних моментах:

– *Теплоізоляція.* Вона є одним з ключових компонентів, що дозволяють зменшити тепловтрати через огорожувальні конструкції. Товщина теплоізоляційного шару повинна бути підібрана правильно, тільки тоді можна буде забезпечити максимальну енергоефективність будівлі. Недостатнє утеплення призведе до підвищених тепловтрат, а значить - і витрат на опалення, які буде не так просто компенсувати, навіть запровадивши ефективні системи з вироблення енергії, наприклад сонячної. Масивний шар теплоізоляції надійно збереже тепло в будинку і дозволить економити теплову енергію.

– *Усунення «містків холоду».* Ідеальним варіантом для «Мультикомфортного будинку ISOVER» буде будівля без кутів, виступів, стиків і наскрізних проколів оболонки. На цих ділянках в реальності складно уникнути підвищених тепловтрат. У «Мультикомфортному будинку ISOVER» вплив «містків холоду» істотно знижується завдяки грамотно спроектованим конструктивним вузлам і контролю якості будівництва. Для вирішення цього завдання компанія «Сен-Гобен Ізовер» випустила альбом технічних рішень, в якому продемонстровані варіанти з'єднань з мінімальними або нульовими додатковими тепловтратами від лінійних «містків холоду» [2].

– *Вентиляція.* Система вентиляції в «Мультикомфортному будинку» забезпечує постійний приплив свіжого повітря і видалення відпрацьованого з мінімальними витратами енергії. Це досягається за рахунок використання ефективної вентиляційної установки з низьким споживанням електроенергії, скорочення довжини повітропроводів, забезпечення правильного перетікання повітря.

Принципи проектування системи вентиляції:

- приплив свіжого повітря в житлові зони (вітальня, спальня і дитяча);
- витяжка повітря з «мокрих» приміщень (кухня, ванна, туалет);
- розподіл і рекуперація тепла в усьому домі.

На відміну від звичайних будинків в «Мультикомфортному будинку ISOVER» повітря завжди залишається свіжим.

Переваги системи вентиляції в «Мультикомфортном будинку»:

- чисте повітря без пилу і шкідливих домішок;
- постійний оптимальний рівень вологості повітря, відсутні умов для утворення цвілі і пошкодження будівельних конструкцій;
- відсутність неприємних запахів в домі;
- відсутність протягів;
- постійна температура в приміщеннях;
- свіже повітря без провітрювання через вікна;

– високоефективна рекуперація тепла [5].

– *Герметичні оболонки і ефективні вікна.* Зовнішня оболонка «Мультикомфортному будинку» повинна бути суцільною і безперервною. Вона захищає будівлю від холоду взимку і спеки влітку, забезпечує звукоізоляцію і комфортний мікроклімат круглий рік. До якості будівельних конструкцій і монтажу в «Мультикомфортному будинку ISOVER» висуваються підвищені вимоги. Тут неприпустимі нещільні з'єднання і щілини, можливі в звичайних будинках, оскільки через ці дефекти відбуваються серйозні тепловтрати. Повітропроникність «Мультикомфортного будинку ISOVER» в 2,5-3 рази нижче, ніж стандартних європейських будівель. Це підтверджується результатами випробувань.

– *Теплоізовані віконні рами і ефективне скління.* Вікна в «Мультикомфортному будинку ISOVER» не погіршують теплозахисні властивості зовнішнього контуру будівлі і не порушують його герметичність. Взимку вони пропускають всередину більше сонячної енергії, ніж віддають тепла назовні. Це можливо завдяки потрійному склінню з низькоемісійним покриттям і заповнення міжскляного простору інертним газом: аргонем або криптоном. Віконні рами теплоізовані та ширше стандартних. Тому через такі вікна втрачається в 2-3 рази менше тепла, ніж через звичайні. Навіть в холодні зимові дні температура на внутрішній поверхні вікна не опускається нижче +17 ° С.

– *Комфортна температура взимку і влітку.* У «Мультикомфортному будинку ISOVER» немає великих перепадів температури. Для створення таких умов проектом рекомендується розташовувати найбільші вікна на південній стороні будівлі. Влітку сонце піднімається високо, і його промені майже не стосуються південного фасаду. Вікна залишаються затіненими, а внутрішні приміщення - захищеними від перегріву [5].

– *Система опалення.* Конденсаційний котел, який використовується для підтримки обладнання і відрізняється від класичного опалювального приладу. Перш за все велика увага приділяється не тільки його зовнішньому, а й внутрішньому вигляду.

У конденсаційному котлі в теплообміннику є спеціальний відсік, який переробляє пар, що знаходиться в димових газах, в рідкий стан. В процесі конденсації виділяється досить велика кількість тепла. Фактично теплоносії, який повертається з системи опалення, попередньо нагрівається в процесі конденсації і тільки після цього догрівається полум'ям пальника. Відповідно, відбувається економія. На кілограм конденсату ми отримуємо 2260 кДж / кг прихованої теплоти конденсації води. ККД - вище 100%, в середньому по році 109%. Довгий час вважалося неможливим винайти і впровадити технологію більш досконалу, ніж класичний котел з максимальним ККД 92%, оскільки з першопочаткова 100% ККД 11% йде разом з парою. У конденсаційному котлі втрачається 100% ККД і додається ще 11% тепла конденсації пари, яке раніше не використовувалося. Крім цього у нас значно нижче тепловтрати - замість 8% всього 2%, оскільки теплообмінник ізований і герметичний. У підсумку ми отримуємо не низьку теплотворну здатність природного газу, яка присутня в звичайних котлах, тобто 10,35 кВт-год / м³, а 12,10 кВт-год / м³.

Системи можуть монтуватися в будь-яких будинках. Можна організувати і горизонтальний прохід через стіну, і вертикальний, можна вмонтувати його в уже існуючу систему димоходів. Він не забирає повітря для горіння з приміщення і не погіршує мікроклімат в будинку [1].

Висновок

Таким чином, мультикомфортний будинок - це вклад у стійкий розвиток, основний принцип якого базується на тому, що, споживаючи ресурси сьогодні, ми не повинні погрожувати тим, хто буде споживати їх завтра.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. 2-я Международная і Практическая Конференция [Електронний ресурс]/ Мультикомфортный дом. Строительные технологии XXI века // Режим доступа: http://www.allbeton.ru/upload/mediawiki/6fb/multikomfortnyy-dom.-stroitelnye-tehnologii-21-veka-materialy-2_y-mezhdunarodnoy-prakticheskoy-konferentsii-2012.pdf
2. Saint – Gobain [Електронний ресурс]/ Мультикомфортный дом // Режим доступа: <http://www.isover-students.ru/index.php?pid=4>

3. Белстройцентр [Электронный ресурс]/ Мультикомфортный дом – белорусское ноу – хау // Режим доступа: <https://www.bsc.by/story/multikomfortnyy-dom-belorusskoe-nou-hau>
4. Saint – Gobain [Электронный ресурс]/ Мультикомфортный дом ISOVER'a // Режим доступа: <http://www.isover.ee/ru/sovety/multikomfortnyy-dom-isovera-koncepciya-multi-comfort-house>
5. Saint – Gobain [Электронный ресурс]/ Принципы проектирования «Мультикомфортного дома ISOVER» // Режим доступа: <http://www.isover.ru/multicomfort-house/isover-student-contests>

Вікторія Леонідівна Гарнага – кандидат технічних наук, доцент кафедри БМГА, Вінницький національний технічний університет.

Катерина Сергіївна Філатова – студент групи БМ-13б, факультет будівництва, теплоенергетики та газопостачання, Вінницький національний технічний університет.

Victoria L. Garnaga – candidate of technical Sciences, Assoistant Professor of BMGA, Vinnytsia national technical University.

Ekaterina Sergeevna Filatova – student of BM-13B, Department of construction, heat power engineering and gas, Vinnytsia national technical University.

ТЕНДЕНЦІЇ І ПРОБЛЕМАТИКА РЕКОНСТРУКЦІЇ НАБЕРЕЖНИХ ЗОН

Вінницький національний технічний університет;

Анотація

Визначенно проблематику ситуації набережних зон міст України, досліджено основні принципи реконструкції набережних зон на прикладі реалізованих проектів. Запропоновано тенденцію розвитку реконструкційних і модернізаційних робіт набережних територій водоймищ.

Ключові слова: водойми, набережна, рекреація, зони відпочинку, проект модернізації, озеленення.

Abstract

Definition situation embankments issues zones of cities of Ukraine, study the basic principles of reconstruction of embankments zones on the example projects, proposal trend of rekonstuktсий-governmental and modernization work areas embankments reservoirs.

Keywords: pond, quay, recreation, recreation areas, modernization project, landscaping.

Вступ

Одними із комфортних рекреаційних зон міського сереодивища прийнято вважати набережні річок, озер і інших водойм. Набережні міст по праву можна вважати одним з найбільш доступним для городян. Але в тіні загальноміських процесів ці рекреаційні зони стають занедбаними пережитками часу, і потребують реставраційних і модернізаційних робіт.

Метою роботи є дослідження основних проблем набережних територій і розробка тенденцій модернізації на основі теоретичних і практичних розробок в області містобудування і садово-паркового проектування.

Результати дослідження

Серед більшості проаналізованих набережних територій, які мають актуальність, попри їх стан, можна виділити такі проблеми:

- Недостатнє, або відсутнє очищення водойм берегової території
- Відсутній нагляд за станом берегової лінії
- Незадовільний стан дорожнього покриття
- Незадовільний стан малих архітектурних форм
- Морально застаріла територія
- Наявність неприйнятних об'єктів (будки, ларьки, та ін..)

В залежності від ситуаційної схеми і особливостей набережної зони, територія повинна бути досліджена на характер геологічних, санітарно-технічних і конструктивних проблем. Серед реставраційних і модернізаційних процесів слід визначити необхідні, такі як:

- Проведення санітарно-гігієнічних робіт (очищення дна берегової зони, очищення і догляд за рослинним шаром і озелененням тощо)
- Проведення реставраційних робіт (огороження території, відновлення і впорядкування дорожнього і майданчикowego покриття, а також елементів просторового зв'язку)
- Проведення ландшафтних рекреаційних робіт
- Відновлення і впорядкування малих архітектурних форм, освітлення.

Серед запропонованих пропозицій слід визначити:

- Проектування стилістичних особливостей набережної зони
- Запроектувати нові функціональні зони і комунікації
- Перетворення набережної рекреаційної зони в структуру для масових видовищних подій, або в зону активного відпочинку тощо.

Дані положення були дослідженні на основі низки реалізованих проектів. Схема концептуальних умов для сучасних умов розвитку міського середовища наведені на рис. 1.



Рис. 1. Приклад концептуальних умов

Досліджені особливості проектів введено в основу стратегії розробки набережних територій. Приведені проектні рішення для різних вирішень конструктивні схеми елементів пірсів, оглядових майданчиків і інших зон.

Висновки

Встановлено, що запропонований підхід вирішує більшість досліджених проблем, проведено аналіз реалізованих проектів на прикладі європейського досвіду, запропоновано основні позиції упорядкування набережних зон.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Шилова Т.О. Міське комунальне господарство/ Шилова Т.О.: Навчальний посібник. – К.: КНУБА, 2006. – 272 с.
2. Города для людей/Ян гейл: Изд на русском языке – Концерн " Крост ", пер.с.англ. – М.:Альпина Паблишер, 2012 -276с.
3. <http://www.archdaily.com/775301/paprocany-lake-shore-redevelopment-rs-plus>

Романов Сергій Сергійович — студент групи БМ - 13, факультет будівництва теплоснабження та газопостачання, Вінницький національний технічний університет.

Науковий керівник : **Прилипко Тетяна Володимирівна** - асистент кафедри містобудування та архітектури, Вінницький національний технічний університет

Romanov Sergey - student of BM - 13 faculty building heating and gas supply, Vinnytsia National Technical University.

Supervisor : **Prylypko Tatiana Volodymyrivna** - Assistant Professor of Urban Planning and Architecture, Vinnytsia National Technical University

СУХІ БУДІВЕЛЬНІ СУМІШІ НА ПОРИСТИХ ЗАПОВНЮВАЧАХ

Вінницький національний технічний університет;

Анотація

Проаналізовано теплоізоляційні матеріали виготовлені на основі екологічно чистих мінералів для термомодернізації споруд чи окремих елементів будівельних конструкцій.

Ключові слова: сухі будівельні суміші, пористі заповнювачі, перліт, вермикуліт, теплоізоляція.

Abstract

Analyzed insulation materials made from environmentally friendly minerals for termoi-modernization of buildings or individual elements of building structures.

Keywords: dry mix, porous aggregates, perlite, vermiculite, thermal insulation.

Вступ

Сьогодні знаходять широке використання сухі будівельні суміші на пористих заповнювачах для теплоізоляції будівель.

Метою роботи є оцінка переваг та недоліків сухих будівельних сумішей на пористих мінеральних заповнювачах Тепловер.

Результати дослідження

Оскільки вимоги на витрати по обігріву та утримання будинку не мають тенденцію до зниження, слід задуматися про те, щоб зберегти максимальну кількість тепла, що виробляється в зимовий період вашою системою опалення.

Теплоізоляційна система фасадів - це нанесення декількох утеплювальних шарів, кожен з яких виконує свою роль і функцію.

Фактично суміші для теплоізоляції є армуючим гідрозахисним шаром, що виключає появу містків холоду та зсуваючим точку роси з внутрішнього покриття в зовнішній, таким чином, виключаючи появу вогкості, грибків і плісняви.

Тепловер - це повноцінна система утеплення, створена для термомодернізації споруд чи окремих елементів будівельних конструкцій.. Продукція розроблена на основі природних мінералів вермикуліту та перліту і використовується для теплоізоляції штукатурним способом.

Як і всі теплоізоляційні матеріали, утеплювачі Тепловер відрізняються низькою об'ємною вагою, тому що разом із в'язучою основою містять в своєму складі легкі мінеральні наповнювачі – спучені перліт та вермикуліт. Середня об'ємна вага усієї представленої лінії сумішей 300 кг/м³.

Скласося враження, що такий спосіб утеплення має значно меншу ефективність, порівняно з системами на основі мінераловатих та пінополістирольних плит. Такі твердження ґрунтуються на основі тих показників теплопровідності, якими всі звикли оперувати. Оскільки ринок теплоізоляційних сумішей ще не розкрив свого потенціалу, а виробництво зачасту відбувається в кустарних умовах чи власноруч на будівельному майданчику, нажаль зіштовхуємося з тим, що загальну картину на таку фасадну систему створюють продукти низької якості.

Пінополістирольні плити, не кажучи вже про їхню горючість, мають дуже низьку паропроникність, та волога, яка виходить з будинку, осідає в стіновій конструкції. Особливо це погано для газобетону, такий матеріал дуже чутливий до підвищеної вологості. Плити на основі базальтового волок-

на мають хороший коефіцієнт паропроникності, але повністю відкриту структуру з волокон, де абсолютно легко збирається конденсат. Також з часом матеріал може давати усадку.

Екологічність матеріалу дозволяє використовувати його як всередині, так і назовні будівель.

Межа міцності на стиск в межах 210-250 кгс є високими показниками для зовнішніх теплоізоляційних матеріалів, що зменшує можливість легкого пошкодження оштукатуреної поверхні.

Вартість суміші, що необхідна для оштукатурення 1 м² поверхні коливається в межах 115-185 грн.

Висновки

Встановлено, що запропоновані матеріали дозволяють проводити тепло модернізацію існуючих споруд і встановлення оптимальних та екологічних систем утеплення на етапах нового будівництва. Суттєвим недоліком є вартість встановлення таких теплоізоляційних систем фасадів.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Очеретний В. П., Смоляк В. В., Ковальський В. П., Бондар А. В. Проектування складів сухих будівельних сумішей з мінеральними добавками НАУКОВО-ТЕХНІЧНИЙ ЗБІРНИК “СУЧАСНІ ТЕХНОЛОГІЇ, МАТЕРІАЛИ І КОНСТРУКЦІЇ В БУДІВНИЦТВІ” С.48-54
2. ТУ У В.2.7-26.6-31101383-005:2012 «Суміші будівельні сухі «Тепловер»

Варчук Роксолана Вячеславівна — студентка групи БМ-13, факультет будівництва, теплоенергетики та газопостачання, Вінницький національний технічний університет, м. Вінниця, e-mail: navchannya.vrv@gmail.com

Ковальський Віктор Павлович — канд. техн. наук, доцент кафедри будівництва, міського господарства та архітектури, Вінницький національний технічний університет

Науковий керівник: **Ковальський Віктор Павлович** — канд. техн. наук, доцент кафедри будівництва, міського господарства та архітектури, Вінницький національний технічний університет, м. Вінниця

Varchuk Roksolana V. — student, Department of Construction, Municipal Economy and Architecture, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia city, email: navchannya.vrv@gmail.com

Kovalskiy Victor P. — PhD, Associate Professor at the Department of Construction, Municipal Economy and Architecture, Faculty for Civil Engineering, Thermal Power Engineering and Gas Supply, Vinnytsia national technical university, Vinnytsia.

Supervisor: **Kovalskiy Victor P.** — PhD, Associate Professor at the Department of Construction, Municipal Economy and Architecture, Faculty for Civil Engineering, Thermal Power Engineering and Gas Supply, Vinnytsia national technical university, Vinnytsia.

АЛГОРИТМ ОПТИМІЗАЦІЇ ПІД ЧАС МЕНЕДЖМЕНТУ ПІДПРИЄМСТВ З БУДІВНИЦТВА ТА РЕКОНСТРУКЦІЇ ЕЛЕВАТОРІВ

Одеськаа державна академія будівництва та архітектури

Анотація.

Робота присвячена проблемам підвищення ефективності операційної діяльності підприємств з будівництва та реконструкції елеваторів. Побудований алгоритм оптимізації під час менеджменту підприємств, що розглядаються. Шляхом аналізу інформаційних джерел були вибрані найбільш значущі показники операційної діяльності, що оптимізується, та найбільш впливові організаційно-технологічні фактори. Побудована математична модель операційної діяльності підприємств з будівництва та реконструкції елеваторів, що складається з сукупності окремих проектів. Використовуючи експериментально-статистичне моделювання, були побудовані закономірності зміни показників від факторів, що варіюються.

Ключові слова: менеджмент підприємств, будівництво та реконструкція елеваторів, експериментально-статистичне моделювання, оптимізація.

Abstract.

The work deals with the problems of enterprise operating efficiency of grain storages construction and renovation. The algorithm of management optimization of companies in question was built. By analyzing information sources the most significant performance indicators were selected, and the most influential organizational and technological factors were chosen. A mathematical model of operating activity of enterprises of grain storages construction and renovation was built, consisting of a set of individual projects. Using experimental and statistical modeling, the regularities of indicators changes under the influence of factors that range were built.

Keywords: enterprise management, construction and renovation of grain storages, experimental and statistical modeling, optimization.

Актуальність дослідження

З урахуванням щорічних перехідних запасів зерна в Україні (близько 10 млн. тон) і очікуваних обсягів врожаю на рівні 40 млн. тон, дефіцит елеваторних потужностей становить близько 15-20 млн. тон. Складні умови реалізації проектів з будівництва та реконструкції елеваторів вимагають розробки спеціальних рекомендацій, відсутніх в довідковій і нормативній літературі. Такі рекомендації дозволять знизити трудомісткість і вартість одиниці будівельної продукції, витрати на проведення робіт і підвищити маржинальний прибуток підприємства.

Мета і завдання роботи.

Метою роботи є розробка рекомендацій по вибору ефективних організаційно-технологічних рішень будівництва та реконструкції елеваторів при управлінні окремими проектами і підприємством в цілому. Для досягнення поставленої мети вирішені наступні завдання:

- Побудовано математичну модель операційної діяльності підприємства по будівництву і реконструкції елеваторів; вивчені структура витрат і структура видів будівельно-монтажних робіт у складі окремих проектів цієї моделі.
- Знайдено експериментально-статистичні залежності показників ефективності операційної діяльності будівельного підприємства від організаційно-технологічних факторів.
- Запропоновано рекомендації щодо вибору ефективних стратегічних рішень по організації операційної діяльності підприємства; по вибору ефективних організаційно-технологічних рішень окремих проектів.

Основні результати роботи

Алгоритм представлений нижче.

1. Аналіз внутрішніх і зовнішніх факторів, що впливають на підприємство.

2. Побудова і аналіз комп'ютерної моделі діяльності підприємства.
3. Пошук експериментально-статистичних закономірностей зміни досліджуваних показників від факторів, що варіюються.
4. Графічна інтерпретація, якісний і кількісний аналіз результатів.
5. Розробка рекомендацій з управління будівельним підприємством, використовуючи результати експериментально-статистичного моделювання і аналіз комп'ютерної моделі операційної діяльності.
 - Вибір ефективних стратегічних рішень по організації операційної діяльності підприємства.
 - Вибір ефективних організаційно-технологічних рішень окремих проектів.

В якості найбільш значущих було обрано такі показники операційної діяльності підприємства:

- Зміна повних виробничих витрат - Y_1 .
- Витрати на одиницю будівельної продукції - обчислюються для наступних основних одиниць продукції: Y_2 - залізобетонні конструкції (1 м. куб.); Y_3 - несучі металокаркасні конструкції (1 тн.); Y_4 - кубометр зберігання силосу зернового (1 м. куб.); Y_5 , Y_6 - секція транспортного технологічного обладнання (норійний, конвеєрний транспортер - 1 м. п.).

Аналіз інформаційних джерел [1-3] показав, що такі організаційно-технологічні чинники найбільш істотно впливають на досліджувані показники:

- X_1 - середній бюджет комплексу проектів;
- X_2 - середня відстань перебудування;
- X_3 - приналежність ресурсів, що використовуються;
- X_4 - індустріальність рішень, що застосовуються.

За результатами експериментально-статистичного моделювання були побудовані закономірності зміни досліджуваних показників під впливом чинників, що варіюються. Вони представлені нижче. У формулах точками позначені коефіцієнти, визнані такими, що не відрізняються від нуля.

$$\begin{aligned}
 Y_1 &= \bullet + 1,61X_1 - 1,78X_1^2 - 2,24X_1X_2 + 0,7X_1X_3 + -2,08X_1X_4 \\
 &\quad + 3,15X_2 - 0,85X_2^2 - 1,11X_2X_3 + \bullet \\
 &\quad + 2,05X_3 + \bullet + \bullet - 0,57X_4 + \bullet \\
 Y_2 &= 3458,34 - 137,88X_1 + 137,08X_1^2 + \bullet + \bullet + -158,9X_1X_4 \\
 &\quad + \bullet + \bullet + \bullet + \bullet + \bullet \\
 &\quad + 66,95X_3 + \bullet + \bullet - 92,72X_4 + \bullet \\
 Y_3 &= 4633,10 + \bullet - 48,01X_1^2 + \bullet + \bullet + \bullet \\
 &\quad + \bullet - 48,01X_2^2 + \bullet + \bullet + \bullet \\
 &\quad + 320,37X_3 - 48,01X_3^2 - 16,86X_3X_4 - 224,821X_4 + 103,74X_4^2 \\
 Y_4 &= 43,45 - 16,18X_1 + 15,35X_1^2 + \bullet - 1,11X_1X_3 + 1,49X_1X_4 \\
 &\quad + \bullet + \bullet + \bullet + \bullet + \bullet \\
 &\quad + 3,97X_3 + \bullet - 0,366X_3X_4 - 4,99X_4 + \bullet \\
 Y_5 &= 1198,81 + \bullet - 18,38X_1^2 + \bullet + \bullet - 8,82X_1X_4 \\
 &\quad + \bullet - 12,43X_2^2 + \bullet + \bullet + \bullet \\
 &\quad + 82,53X_3 - 12,43X_3^2 - 3,72X_3X_4 - 49,89X_4 + 26,87X_4^2 \\
 Y_6 &= 824,41 - 24,34X_1 + -7,37X_1^2 + \bullet + \bullet + \bullet \\
 &\quad + \bullet - 7,04X_2^2 + \bullet + \bullet + \bullet \\
 &\quad + 46,77X_3 + -7,04X_3^2 + \bullet - 40,57X_4 + 15,2X_4^2
 \end{aligned}$$

Висновки

1. Побудована комп'ютерна модель дозволила вивчити фінансову і технологічну структуру операційної діяльності підприємства по будівництву і реконструкції елеваторів.
2. Знайдені експериментально-статистичні залежності дозволили оптимізувати показники ефективності операційної діяльності будівельного підприємства.
3. Аналіз комп'ютерної моделі і експериментально-статистичних залежностей дозволив розробити рекомендації щодо вибору ефективних організаційно-технологічних рішень для окремих проектів і підприємства в цілому.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Асаул А.Н. Управление затратами в строительстве / А.Н. Асаул, М.К. Старовойтов, Р.А. Фалтинский – СПб: ИПЭВ, 2009. – 392 с.

2. Методичні рекомендації з розроблення ресурсних елементних кошторисних норм / збірник «Ціноутворення в будівництві». – 2002 р. – №5 – С. 39-64.

3. Правила визначення вартості будівництва / Мін-во регіонального розвитку, будівництва та житлово-комунального господарства України : ДСТУ Б Д.1.1-1:2013. – Офіц. вид. – К. : ГРІФРЕ : Мін-во регіонального розвитку, будівництва та житлово-комунального господарства України, 2013. – 84 с.

Менейлюк Олександр Іванович, д.т.н., професор, завідувач кафедри Технології будівельного виробництва Одеської державної академії будівництва та архітектури, Одеса.

Нікіфоров Олексій Леонідович, аспірант кафедри Технології будівельного виробництва Одеської державної академії будівництва та архітектури, Одеса, e-mail: aleksey-nikiforov@mail.ua, тел. 066-33-09-054.

Oleksandr Meneilyuk, Doctor of Technical Sciences, Full Professor, Chair of the Department of Technology of building industry in Odesa State Academy of Civil Engineering and Architecture, Odesa.

Oleksiy Nikiforov, postgraduate student of the Department of Technology of building industry in Odesa State Academy of Civil Engineering and Architecture, Odesa, e-mail: aleksey-nikiforov@mail.ua, tel. 066-33-09-054.

ЕКОЛОГІЧНИЙ МЕНЕДЖМЕНТ ВІДХОДІВ БУДІВЕЛЬНОГО ВИРОБНИЦТВА

Вінницький національний технічний університет

Анотація

Проведений аналіз поводження відходів будівельного виробництва в розвинутих країнах світу. Розглянуті різні економічні стимулюючі інструменти застосування будівельних відходів. Визначено, що для вирішення цієї проблеми, необхідно впровадження системи логістики уникнення відходів, стандартів системи екологічного менеджменту ISO 14000 та аудиту ISO 14010 на будівельних підприємствах.

Ключові слова: менеджмент відходів, будівельне сміття, утилізація, рециклінг, інструменти управління відходами, логістика уникнення відходів.

Abstract

Analysis of the treatment of construction waste in the developed world held. Different economic instruments stimulating the use of construction waste are considered. Implementation of logistics systems to avoid waste, standards of environmental management system ISO 14000 and auditing ISO 14010 in the construction enterprises will solve this problem.

Key words: waste management, construction waste, disposal, recycling, tools of waste management, logistics and waste avoidance.

Утворено відходів в сфері капітального будівництва за 2015 рік 89.9 тис. т [1]. Щорічний обсяг будівельних відходів тільки з бетону і залізобетону в Києві складає близько 300 тис. т, міські звалища заповнені на 90%.

Мета роботи: розробка ефективних методів управління поводження з відходами, виявлення умов для стимулювання цієї діяльності.

Управління відходами включає заходи з поводженням відходів та попередженням їх утворення. Основним напрямком зниження об'ємів утворення відходів є розробка та застосування на практиці ресурсозберігаючих технологій. Наприклад, використані пластмасові пляшки можна закладати в якості утеплювача стін. Найбільш поширеними методами вирішення проблеми збільшення відходів було депонування та спалювання, які є екологічно небезпечними. При депонуванні можуть відбуватися різні реакції між змішаними відходами із надходженням шкідливих речовин в атмосферу. Спалювання збільшує концентрацію токсичних речовин, призводить до викидів діоксинів, ртуті. Уникнути утворення відходів неможливо, тому слід кваліфіковано їх знешкоджувати: роздільний збір, рециклінг. Наприклад, біла жерсть може на 100% підлягати рециклінгу, в Німеччині – на рівні 80%. За допомогою переробки будівельного сміття друге «життя» знаходять багато матеріалів — це і деревина, і коріння викорчуваних дерев, і залізобетонний лом, і пластик, і скло, і старі шини, також цегельний бій і багато інші матеріали.

Відповідно до прав європейських країн є ієрархія принципів поводження із відходами: 1) уникнення появи відходів; 2) переробка та вторинне використання; 3) знешкодження з урахуванням інтересів довкілля [2].

На законодавчому рівні повинні бути сформовані еколого-економічних інструменти для стимулювання утилізації, рециклінгу відходів;

1. Впровадження податкових пільг;
2. Штрафні грошові покарання за недотримання екологічного законодавства;
3. Надання субсидій за рахунок державних, спеціальних державних та недержавних фондів: на здійснення природоохоронних програм по утилізації відходів; фінансування науково – дослідних робіт;
4. Дотації на підтримання в разі ризику піонерської еко-будівельної продукції з використанням відходів виробництв;
5. Впровадження екологічного податку на конкретні групи товарів, комунального податку на утилізацію відходів;
6. Гранди – грошові засоби, які виділяються в порядку доброчинності для фінансової підтримки наукових досліджень, вчених безкоштовно.
7. Надання кредитів: пільги за строками кредитування; пільги за відсотковими ставками; пільги за об'ємами кредитування; пільги за гарантіями за кредит.
8. Прискорена амортизація – система заходів, що дозволяє збільшити величину амортизаційних фондів в перші роки експлуатації. Це сприяє модернізації обладнання, інноваціям.
9. Цінові інструменти – система заходів впливу на економічні інтереси суб'єктів зі зміною вигідності різних видів діяльності (товарів) шляхом збільшення чи зменшення цін:

- методи прямого регулювання цін: диверсифікація цін з часом; диверсифікація цін за споживачами на природні ресурси; встановлення завищених цін на екологічно чисту продукцію; адміністративний контроль цін на відходи;

- методи непрямого регулювання: збільшення рівня цін споживання на екологічно благоприємну продукцію, на види продукції, виробництва і споживання якої пов'язано з процесами порушення природного середовища (знижує вигідність виробництва та споживання продукції); зниження рівня цін споживання на екологічно несприятливу продукцію, на ті види продукції, які сприяють зниженню екологічного тиску на різних стадіях виробництва і споживання продукції(збільшення вигідності виробництва та споживання продукції); створення цінових гарантій вирішення екологічних проблем (в ціну продукції входить вартість її утилізації після використання).

Ефективно організована логістика уникнення відходів на будівельному виробництві дозволить знизити витрати на управління відходами, збільшить доходи від первинних і вторинних залишків матеріалів. Логістика передбачає диференціацію відходів, їх вторинне використання, знищення, проблеми транспортування, складування, розробку ресурсозберігаючих та маловідходних технологій. Незважаючи на примусовий характер впровадження на підприємстві таких дій, вони є ефективними та економічними.

Впровадження на будівельних підприємствах вибагливих міжнародних стандартів з екологічного менеджменту ISO 14001 та ISO 14010 «Загальні вказівки з екологічного аудиту» поліпшать систему керування відходами [3, 4]. Плани екологічного менеджменту мають охоплювати такі заходи, які спрямовані на поліпшення еколого-економічних показників виробництва:

- зниження ресурсоемності та енергоемності технологічних процесів;
- зниження токсичності сировини, що використовується;
- підвищення ефективності наявних та впровадження сучасних систем очищення викидів шкідливих речовин в атмосферу та скидів стічних вод у водні об'єкти;
- утилізація й перероблення виробничих відходів;
- організація й проведення поточного контролю джерел та обсягів надходження шкідливих речовин у навколишнє середовище;
- впровадження сучасних "екологічно чистих" технологій і технологічного обладнання.

На всіх етапах життєвого циклу створення будівельної продукції повинно бути передбачено заплановане та послідовне здійснення організаційних, правових та технічних заходів природоохоронного, ресурсозберігаючого та ресурсо-відтворюючого характеру на основі моделі інтегрованого еколого-економічного управління [5, 6]. Головною метою цієї моделі є забезпечення мінімальних екологічних витрат при даному й існуючому технічному розвитку будівельного виробництва.

Висновок: Застосування еколого-економічних інструментів на законодавчому рівні та впровадження стандартів екологічного менеджменту та аудиту на будівельному підприємстві дозволить управляти відходами при оптимальному співвідношенні між екологічними та економічними показниками. Логістика уникнення відходів на будівельному виробництві дозволить знизити витрати на управління відходами.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Державна служба статистики. Режим доступу: <http://www.ukrstat.gov.ua>(дата звернення 10.12.2016). — Назва з екрана.
2. Пахомова Н. В. Экологический менеджмент / Пахомова Н. В., Эндрес А., Рихтер К. – СПб. : Питер, 2004. – 352 с. : ил.
3. Системи екологічного керування : ДСТУ ISO 14001 : 2006. – [Чинний від 2006-05-15]. – К. : Держспоживстандарт України, 2006. – 68 с.
4. Настанови щодо здійснення екологічного аудиту : ДСТУ ISO 14010 - 97. . – [Чинний від 1997-08-18]. – К. : Держстандарт України, 1998. – 9 с.
5. Лялюк О. Г. Модель інтегрованого еколого-економічного управління інвестиційним процесом будівництва / Лялюк О. Г., Чухряєва О. Г. // Вісник ВПІ. - Вінниця: № 6, 2014. – С.60-66.
6. Лялюк О. Г. Моделювання процесів створення екологізованого будівельного виробництва / Лялюк О. Г., Ратушняк О. Г. // Вісник Кременчуцького державного політехнічного університету.- 2007.-№1(42) частина 1. – С.137-139.

Лялюк Олена Георгіївна – к. т. н., доцент кафедри будівництва міського господарства та архітектури Вінницького національного технічного університету, e-mail: Lyalyuk@list.ru

Лялюк Андрій Олександрович – студент факультету будівництва, теплоенергетики та газопостачання .

Lyalyuk Elena - Ph. D., assistant professor of construction of urban economy and architecture Vinnitsa National Technical University.

Lyalyuk Andrey – student, faculty of construction, heat power engineering and gas supply.

ТЕХНІКО-ЕКОНОМІЧНЕ ОБГРУНТУВАННЯ ВИБОРУ БІОГАЗОВОЇ УСТАНОВКИ

Вінницький національний технічний університет

Анотація

Виконано техніко-економічне обґрунтування інвестиційного проекту – біогазової установки. Розраховані загальні інноваційні витрати інноваційного проекту, на основі локального кошторису визначена кошторисна вартість монтажу усього обладнання, розраховані економічні показники оцінювання ефективності інвестиційного проекту статичними та динамічними методами.

Ключові слова: біогазова установка, інноваційний проект, кошторисна вартість, показники економічної ефективності, термін окупності.

Abstract

Feasibility study of investment project, biogas plant is made. Total innovation expenditures innovative project designed, the estimated cost of installation of all equipment identified on the basis of the local estimates, economic indicators of efficiency evaluation of investment project is calculated the static and dynamic methods.

Key words: the biogas plant, the innovative project, estimated cost, indicators of economic efficiency, payback period.

Запроектowana біогазова установка призначена для роботи на фермерському підприємстві. Вона виробляє біогаз з відходів тваринництва, отримуючи крім біогазу ще й добрива[1, 2]. Біогаз спалюється у когенераційній установці марки VITOBLOC 200 EM-199/263, отримуючи електроенергію та теплову енергію. Електроенергія продається, а тепла енергія використовується на власні потреби біогазової установки - на підігрів біогазового реактору та підігрів субстрату, також тепла енергія використовується для опалення офісу цього господарство та йде на гаряче водопостачання. Є велика кількість резервної теплоти, яку можна ще використати що дає перспективу на розвиток проекту. Коефіцієнт корисної дії даної когенераційної установки становить 84,5% у опалювальному режимі при 75% навантаженні та 82,4% у міжопалювальному режимі при 50% навантаженні В зв'язку з різким подорожчанням газу така біогазова установка може заощадити кошти будь якого фермерського підприємства шляхом видобування власного відновлювального палива.

Мета роботи: обґрунтувати ефективність інвестиційного проекту - біогазової установки за основними критеріями, визначеними у міжнародній практиці.

Загальні витрати інноваційного проекту включають: формування інноваційної ідеї, вивчення інформаційних джерел, патентний пошук, техніко-економічне обґрунтування, проектування, експертиза інноваційного рішення, витрати на пусконаладжувальні роботи, витрати на підготовку кадрів [3]. Розраховуються у відсотках від кошторисної вартості будівельно-монтажних робіт і становлять 6809,23.

На першій стадії техніко-економічного обґрунтування встановлено:

1. Економія

- висока енергетична ефективність: 2/3 енергії отримуємо із землі, води або повітря,
- ефективний тепловий насос може скоротити затрати на опалення до 75%,
- мінімальні експлуатаційні витрати в порівнянні з іншими опалювальними системами.

Надійність

- тривалий термін служби без капітального ремонту (20—30 років).

Захист навколишнього середовища

- екологічно чиста технологія,
- відсутні викиди в атмосферу шкідливих речовин.

За допомогою ДБН Д.2.3-99 «Монтаж устаткування» визначили трудовитрати та номер розцінки робіт, відповідно до якої на основі одиничних розцінок та кошторисної програми АВК була визначена вартість робіт: кошторисна вартість робіт – 5859,924 тис. грн., кошторисна трудомісткість - 1,474 тис. люд-год., кошторисна заробітна плата - 31,892 тис. грн., вартість виробів, матеріалів та конструкцій – 5805,985 тис. грн.

Виконуємо **прогноз грошових потоків, головним завданням якого є:**

- узагальнення попередніх розрахунків фінансового плану (обсягів продажу, витрат, податків, залучення капіталу);
- забезпечення необхідних сум коштів в обороті на певні дати;
- уточнення структури капіталу проекту – вибір оптимальної схеми фінансової спроможності проекту;
- отримання вихідної інформації для розрахунку показників ефективності проекту.

Складаємо проектний звіт про рух грошових коштів на п'ять років за прямим методом в таблиці 1.

Таблиця 1 – Показники комерційної ефективності проекту, тис. грн.

№	Показники	Рік						
		-1	0	1	2	3	4	5
4.1	Потік реальних грошей	-480,5	-6473,7	4842,5	5072,1	5297,3	5522,5	6256,6
4.2	Сальдо реальних грошей	-480,5	93,3	4842,5	5027,0	5252,2	5481,8	6220,3
4.3	Сальдо накопичених реальних грошей за	-480,5	-387,2	4455,3	9482,3	14734,5	20216,3	26436,6
4.4	Коефіцієнт дисконтування при нормі дисконту 16%	1,16	1,00	0,86	0,74	0,64	0,55	0,48
4.5	Чиста поточна вартість	-557,4	-6473,7	4174,6	3769,4	3393,8	3050,0	2978,8
4.6	Інтегральний економічний ефект(накопичена чиста вартість)	-557,4	-7031,1	-2856,5	912,9	4306,6	7356,7	10335,5

З таблиці 1 видно, що додатне сальдо накопичених реальних грошей свідчить про наявність запасу вільних грошових коштів станом на кінець будь-якого кроку періоду реалізації проекту.

Для визначення економічної ефективності біогазової установки розраховували показники економічної ефективності:

1. Чисті грошові надходження (Net Value, NV) визначаються за формулою:

$$NV = \sum_{t=0}^{T_p} NCF_t = \sum_{t=0}^{T_p} R_t - Z_t - N_t - K_t, \quad (1)$$

де NCF_t - чистий грошовий потік на t -ому році; R_t - результат виручки у t -й рік; Z_t - витрати у t -й рік; N_t - податки у t -й рік; K_t - інвестиції у t -й рік; T_p - розрахунковий період.

$NV = -480,5 - 6473,7 + 4842,5 + 5072,1 + 5297,3 + 5522,5 + 6256,6 = 20036,79$ тис. грн.

2. Чиста поточна вартість (Net Present Value, NPV) – це величина чистих грошових надходжень, це сума різниць результатів, витрат та інвестиційних вкладень за розрахунковий період, приведених до одного року за допомогою коефіцієнта дисконтування:

$$NPV = \sum_{t=0}^{T_p} NCF_t \cdot \eta_t = \sum_{t=0}^{T_p} (R_t - Z_t - N_t - K_t) \cdot \eta_t, \quad (2)$$

де η_t - коефіцієнт дисконтування.

$NPV = -480,5 \times (1+0,16)^1 - 6473,7 \times (1+0,16)^0 + 4842,5 : (1+0,16)^1 + 5072,1 : (1+0,16)^2 + 5297,3 : (1+0,16)^3 + 5522,5 : (1+0,16)^4 + 6256,6 : (1+0,16)^5 = 10335,31$ тис. грн.

3. Термін окупності – це часовий період від початку реалізації проекту, за який капітальні вкладення покриваються сумарною різницею результатів і витрат:

$$\sum_{t=0}^{T_p} (P_t - B_t) \cdot \eta_t = \sum_{t=0}^{T_p} K_t \cdot \eta_t \quad (3)$$

Розрахунок терміну окупності методом усереднення параметрів:

$$T = \sum_{g=0}^m \frac{K_g}{(1+E)^g} \div \frac{\sum_{t=1}^n \frac{(P-B)_t}{(1+E)^t}}{n}, \quad (4)$$

де E – норма дисконту.

Для проекту, що аналізується, строк окупності при нормі дисконту 16% буде дорівнювати:

$$T = (480,5 \times (1 + 0.16)^1 + 6473,7 \times (1 + 0.16)^0) \div \frac{4174,6 + 3769,4 + 3393,8 + 3050 + 2978,8}{5} = 2,02 \text{ рік}$$

4. Розрахункова норма доходності інвестицій (Accounting Rate of Return, ARR) показує скільки середньорічних надходжень приходить на 1 грн. інвестицій:

$$ARR = \frac{CIF_{\text{сеп}}}{K} \times 100\% . \quad (5)$$

$$ARR = \frac{5398,2}{6954,23} \times 100\% = 77,6\% .$$

5. Індекс прибутковості інвестицій (Profitability Index, PI):

$$PI = \frac{\sum_{t=0}^{T_p} (P_t - B_t) \cdot \eta_t}{\sum_{t=0}^{T_p} K_t \cdot \eta_t} . \quad (6)$$

$$PI = \frac{4842,5 \div (1 + 0.16)^1 + 5072,1 \div (1 + 0.16)^2 + 5297,3 \div (1 + 0.16)^3 + 5522,5 \div (1 + 0.16)^4 + 6256,6 \div (1 + 0.16)^5}{480,5 \times (1 + 0.16)^1 + 6473,7 \div (1 + 0.16)^0} = 2,46$$

При $PI > 1$ інвестиційний проект вважається економічно ефективним.

Висновки: За локальним кошторисом визначили кошторисну вартість влаштування системи. Підсумували загальні витрати інноваційного проекту – 6809,23 тис. грн. Проаналізувати грошові потоки інноваційного проекту: прогноз чистого руху грошових коштів від інвестиційної, операційної та комерційної діяльності. Розрахували основні показники ефективності інвестицій в інноваційний проект: чисті грошові надходження – 20036,79 тис. грн.; чиста поточна вартість – 10335,51 тис. грн.; термін окупності, розрахований методом усереднених параметрів – 2,02 роки; розрахункова норма доходності -77,62%; індекс прибутковості інвестицій -2,47. За усіма техніко-економічними показникам дана біогазова установка економічно вигідна.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Біогазові установки. [Електронний ресурс]. Режим доступу: <http://www.biteco-energy.com/biogazovye-ustanovki-3/>
2. Малі біогазові установки. [Електронний ресурс]. Режим доступу: http://www.rusnauka.com/26_NII_2009/Tecnic/52007.doc.htm
3. Методичні вказівки до виконання курсової роботи з дисципліни "Економічне обґрунтування інноваційних рішень" для студентів спеціальності "Будівництво" та "Теплоенергетика" / Уклад. О. Г. Лялюк, В. Р. Сердюк. – Вінниця : ВНТУ, 2016. – 48 с.

Лялюк Олена Георгіївна – к. т. н., доцент кафедри будівництва міського господарства та архітектури Вінницького національного технічного університету, e-mail: Lyalyuk@list.ru

Спринчук Юрій – студент факультету будівництва, теплоенергетики та газопостачання .

Lyalyuk Elena - Ph. D., assistant professor of construction of urban economy and architecture Vinnitsa National Technical University.

Sprynchuk Yuriy – student, faculty of construction, heat power engineering and gas supply.

СУЧАСНІ ЕНЕРГОЕФЕКТИВНІ ТЕХНОЛОГІЇ ВИРОБНИЦТВА ЗАЛІЗОБЕТОННИХ ВИРОБІВ

Вінницький національний технічний університет

Анотація. Представлено актуальність проблеми підвищення енергетичної ефективності вітчизняної економіки та необхідність провадження активної енергозберігаючої діяльності на усіх рівнях управління. Визначено особливе місце промислового сектору в забезпеченні наявного потенціалу енергозбереження. Охарактеризовано ефективність використання сучасних ресурсо- та енергозберігаючих технологій виробництва залізобетонних виробів та конструкцій.

Ключові слова: ресурсозберігаючі технології, енергоефективність, енергетичні ресурси

Abstract. The problem of rational and effective consumption of all kinds of resources, especially fuel and energy is discussed. The work presents an actual problem of improving energy efficiency on the domestic reinforced concrete enterprises. Also a special place of industrial sector to provision of energy-saving potential is defined. The new effective modern technologies of reinforced concrete production are characterized.

Key words: resource-saving technologies, energy efficiency, energy resources.

Необхідність підвищення енергетичної ефективності вітчизняної економіки зумовлена, високим рівнем витрат енергетичних ресурсів на одиницю кінцевої продукції, внаслідок значного технологічного відставання української промисловості. Потреба докорінної модернізації промислових технологій вітчизняних виробництв, підвищення стандартів якості продукції до європейського рівня, зростання та утримання на належному рівні конкурентоспроможності українського виробника – життєво необхідна вимога сучасного господарювання.

Високий рівень енергетичної неефективності в Україні найбільше проявляється в промисловому секторі. Оціночно можна сказати, що кожні десятки відсотків «зайвої» енергоємності національної економіки обертаються зниженням рівня ВВП в кілька разів, що підтверджують аналогічні показники в порівнянні з іншими країнами (рис. 1).

Відповідно значення показника енергоємності ВВП для України є майже втричі більшим за аналогічні значення енергоємності розвинених країн світу. Хоча останнім часом існує тенденція до зниження обсягів споживання окремих видів енергетичних ресурсів, особливо природного газу, що зумовлено преш за все впливом цінового фактору, проте суттєвих зрушень та якісних змін у підвищенні енергетичної ефективності вітчизняної економіки не спостерігається. Низька енергетична ефективність стала як однією з визначальних причин кризових явищ у національній економіці, так і їхнім наслідком.

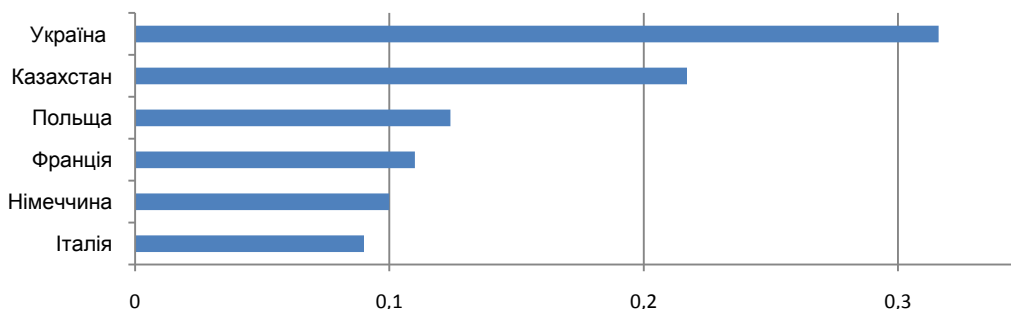


Рис. 1. Енергоємність ВВП деяких країн світу у 2015 році,
кг н.е./дол. США (складено на основі [1,2])

Одним з найбільших споживачів паливно-енергетичних ресурсів в країні є житлово-будівельний комплекс, а отже, і осередком значного потенціалу підвищення енергоефективності. Підприємства з виробництва будівельних матеріалів – об'єкти особливої уваги, так як виробничо-технологічний процес потребує використання значних обсягів паливно-енергетичних ресурсів. При виробництві залізобетонних виробів та конструкцій (ЗБВ та К) у технологічному процесі для тепловологісної обробки бетону основним енергетичним носієм залишається природний газ, рідше вугілля, мазут, деревина. Більшість підприємств цієї галузі в Україні працюють за застарілими «вмираючими» технологіями, які в країнах Європи взагалі категорично заборонені, так як визнані енергоємними та неефективними. З усієї сукупності підприємств з виробництва ЗБВ та К, що функціонують на Україні, лише незначна кількість таких, що пройшли повну модернізацію та працюють за новими сучасним технологіями на лініях безопалубкового формування.

Серед сучасних технологій виробництва ЗБВ та К, що активно використовуються на підприємствах України є Фінська екструзійна лінія безопалубкового формування. Така технологія передбачає використання передового устаткування зокрема спеціалізованої маниши-екструдера. Запатентований метод ущільнення зрушенням екструдера "Elematic" працює таким чином: у бункері екструдера приблизно 1,8 м³ бетону, шнеки штовхають бетонну суміш в камеру ущільнення, а рух формувальних пуансонів низької частоти призводить до швидкого обертання суміші, що вона заповнює увесь порожній простір і бетон ущільнюється. Рівень шуму машини нижче 85 дБ. Обидва чинники, інтенсивне ущільнення і оптимальна бетонна суміш, забезпечують високу однорідність багатопустотних плит[3].

В результаті використання такої технології, в порівнянні із традиційною, підприємство отримує економічний ефект, що охоплює усі види ресурсів:

- зменшення кількості робочого та обслуговуючого персоналу в середньому на 50%;
- виробнича продуктивність збільшується на 30%;
- скорочуються обсяги споживання енергетичних ресурсів (електроенергії, природного газу) від 30 до 50%.

Скорочення обсягів споживання природного газу майже вдвічі, забезпечується в основному за рахунок зміни теплового носія, так замість технологічного пару екструзійна технологія передбачає використання гарячої води. Під формовочними стендами в трубах циркулює гаряча вода, що попередньо нагрівається до необхідної температури (в середньому 60-70°C) і відповідно забезпечує тепловологісну обробку бетону.

Використання передових технологій при виробництві будівельних конструкцій сприяє суттєвому зниженню енергоємності кінцевої продукції в частині матеріальних витрат. Сучасні лінії безопалубкового формування залізобетонних виробів, дають можливість розширення асортименту продукції та задоволення потреб замовників на виготовлення конструкцій нестандартних розмірів. Відповідно вітчизняним підприємствам необхідно підвищувати показники енергетичної ефективності та знижувати енергоємність кінцевої продукції, що здійснити практично не можливо без модернізації виробництва, використання новітніх енергетично ефективних технологій, процесу інвестування в енергозберігаючі проекти.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Total energy consumption. Global Energy Statistical Yearbook 2015. – Електронний ресурс. Доступний з: <https://yearbook.enerdata.net/energy-consumption-data.html> .
2. Energy intensity of GDP at constant purchasing power parities. Global Energy Statistical Yearbook 2016. – Електронний ресурс. Доступний з: <https://yearbook.enerdata.net/energy-intensity-GDP-by-region.html> .
3. Precast technology. Smart solutions for concrete building. – Електронний ресурс. Доступний з: <http://www.elematic.com/en/company/> .

Сердюк Василь Романович – д. т. н., професор, завідувач кафедри Інженерних систем у будівництві, Вінницький національний технічний університет, м. Вінниця, E-mail: modser@i.ua

Франишина Світлана Юрївна – аспірант кафедри Інженерних систем у будівництві, Вінницький національний технічний університет, м. Вінниця, E-mail: fransveta50@gmail.com

Vasiliy Serdjuk - Dc. Sc., Professor, Head of Engineering system in building, Vinnytsia National Technical University.

Svetlana Franishina - graduate student of Engineering system in building, Vinnytsia National Technical University.

СТРАХУВАННЯ РИЗИКІВ В БУДІВНИЦТВІ

Вінницький національний технічний університет

Анотація

Розглянуто передумови виникнення фінансового ризику в будівельних проектах. Запропоновано заходи щодо зменшення або уникнення ризику. Приведені причини існування ризиків в будівництві.

Ключові слова:

Ризики в будівництві, страхування, фінансові ризики, страховий договір.

Abstract

The main predictors of financial risk in construction projects are discussed. Some measures to reduce or avoid risk of building is presented. Also the authors gave some reasons for the existence of risks in construction.

Keywords:

Risks in building, insurance, financial risks, the insurance contract.

Будівництво належить до галузей, яким характерна ймовірність виникнення великої кількості ризиків. Їх виникнення можливе як з боку інвесторів, забудовників, так і з боку спеціалізованих підрядних організацій. У зв'язку з цим в українському законодавстві для забудовника, а також для компанії-управителя, передбачено обов'язкове страхування окремих видів ризиків.

У сучасній економіці суб'єкти господарювання функціонують у нестабільному середовищі й не володіють повною інформацією про контрагентів. Відсутність чіткої інформації створює передумови появи фінансових ризиків, які присутні у більшості господарських операцій. Враховуючи важливість і складність проблематики, пов'язаної з управлінням фінансовими ресурсами, вона стала тематикою як міжнародних, так і вітчизняних економічних досліджень.

Що таке ризик? Невизначеність, що пов'язана з можливістю виникнення в ході реалізації проекту несприятливих умов, ситуацій та наслідків називається ризиком. Що стосується будівництва, тут очевидно є висока небезпека виникнення різноманітних форс-мажорних обставин, змін в глобальній економічній ситуації або локальних змін в законодавстві чи економіці, котрі, враховуючи тривалість інвестицій та капіталомісткість процесу будівництва, можуть негативним чином відбитися на результатах. Ризик у будівництві – можлива подія, поява якої має ймовірний і випадковий характер та зумовлює небажані наслідки для учасників контракту або третіх осіб. Мінрегіонбудом було затверджено Рекомендації зі страхування ризиків у будівництві [1], що розглядають питання добровільного страхування об'єкта будівництва та відповідальності перед третіми особами, пов'язаної із виконанням будівельно-монтажних і пусконаладжувальних робіт у процесі будівництва. Страхування об'єкта будівництва або комплексу робіт передбачає страхування від ризиків випадкового знищення або випадкового пошкодження.

. Страхування ризику являє собою систему відшкодування втрат страхувальниками при виникненні страхових випадків із спеціальних страхових фондів, які формуються за рахунок страхових внесків, які виплачуються страхувальниками. Як правило, це здійснюється за допомогою майнового страхування та страхування від нещасних випадків. Законодавство України передбачає обов'язковість для компанії-управителя страхування фінансових ризиків, а також відповідальності перед інвесторами за пошкодження або руйнування майна, яке знаходиться у їхньому розпорядженні. Передбачене також обов'язкове страхування компанією-збудовником відповідальності перед третіми особами, а також страхування будівельних та монтажних робіт. На практиці страхуванню з боку забудовника також підлягає будівельне обладнання та механізми. Деякі види страхування в будівництві, які носять характер добровільного, все частіше застосовуються вітчизняними будівельними компаніями. До таких видів страхування належать, зокрема, страхування від дій стихії, від пожежі, страхування інвестицій.

Часта схильність до виникнення ризиків у сфері операцій з нерухомістю взагалі посилюється в даному випадку особливою вразливістю об'єктів незакінченого будівництва. Серед причин існування підвищеного ризику у будівельній сфері – локальність ринку нерухомості, безпосередня залежність його від регіональної та глобальної економічної ситуації, невисока ліквідність новобудов за відсутності реального механізму іпотечного кредитування, великий обсяг коштів, що втягуються в процес будівництва, тривалість інвестицій та залежність кінцевого результату від економічної та політичної кон'юнктури у країні. Розміри згаданих ризиків можуть вираховуватися втратою частини або навіть усіх інвестованих коштів.

Серед головних причин, які заважають розвиватися даному виду страхування, є непрозорість фінансування будівництва об'єктів нерухомості, недовіра до страхових компаній, а також відсутність активного попиту з боку забудовників. Крім того, не всі страхові компанії готові брати на себе такі ризики, знаючи, що на практиці близько 95% будівельних об'єктів здаються несвоєчасно або з якимись порушеннями. [2].

Ризик у будівництві супроводжують фінансові вкладення з моменту укладання будівельного контракту до передачі об'єкта будівництва замовнику.

Будівництво житлових об'єктів з використанням недержавних коштів на практиці фінансується переважно через фонди фінансування будівництва. Однак цей механізм, не дивлячись на всі плюси, має суттєві недоліки та ризики для інвесторів втрати своїх коштів так і не дочекавшись омріяного житла. Основна проблема криється в тому, що ніхто не застрахований від можливого банкрутства забудовника або ж незавершення будівництва у встановлений строк [3].

З метою зменшення або уникнення ризику підряднику необхідно вжити низку заходів: оцінити фінансовий стан підприємства забудовника; визначити фінансові гарантії виконання контракту; проаналізувати відгуки про репутацію фірми; якщо фінансування будівництва здійснюється за рахунок коштів банку, в такому випадку необхідно проаналізувати його платоспроможність

Серед причин виникнення будівельних ризиків можна згадати усі глобальні причини, що в прикладанні до будівельної галузі будуть надзвичайно актуальними. Так, сюди належать згадані раніше економічні фактори, пов'язані в першу чергу із трансформацією через ті чи інші причини ринкової ситуації, юридичні фактори, надзвичайно актуальні на вітчизняному будівельному ринку адміністративні фактори, а також так звані архітектурно-будівельні фактори.

Закордонні будівельні компанії переважно працюють з таким видом страхового полісу, який покриває одночасно і в повному обсязі усі ризики, які можуть виникати у ході будівництва певного об'єкту. Вітчизняні страхові компанії поки що укладають страхові поліси, які передбачають виплату страхового відшкодування у разі виникнення окремих страхових випадків. Страхування ризику виступає одним з найбільш ймовірних елементів ослаблення його дії.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Рекомендації зі страхування ризиків у будівництві / Наказ Міністерства регіонального розвитку та будівництва України від 30.05.2008 N 230. – режим доступу: http://www.uazakon.com/documents/date_er/pg_gtweow.htm
2. Сердюк Т.В. Ризики в будівництві та особливості їх страхування в сучасних економічних умовах в Україні / Т.В. Сердюк, М.О. Малик // КНУБА. – 2013. – Режим доступу: <http://tserdyuk.vk.vntu.edu.ua/file/49bde36294ebd445d7ea98aa3f077890.pdf>
3. Коноваленко Д. Ризики фінансування будівництва житла через ФФБ / Д. Коноваленко // Блог-ліга. - 12.01.2017. – Режим доступу: <http://blog.liga.net/user/dkonovalenko/article/25607.aspx>

Владислав Михайлович Сологор – студент групи БМ-16м, факультет будівництва, теплоенергетики та газопостачання, Вінницький національний технічний університет, Вінниця

Сердюк Тетяна Василівна – к.е.н., доцент кафедри будівництва, міського господарства і архітектури. Вінницький національний технічний університет, Вінниця. serdyuktanya@gmail.com

Vladyslav Solohor – Department of Building Heating and Gas Supply, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsa;

Tatiana V. Serdyuk – Ph D, assistant professor of the Department of construction, urban and architecture. Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia. serdyuktanya@gmail.com

СИСТЕМИ ТЕПЛОІЗОЛЯЦІЇ ФАСАДІВ: ПЕРЕВАГИ ТА НЕДОЛІКИ

Вінницький національний технічний університет

Анотація

Розглянуто основні види утеплення фасадів будівель, їх переваги, недоліки та перспективи використання у вітчизняному будівництві.

Ключові слова: вентильований фасад, енергозберігаючий будинок, джерела тепла, мокрий фасад, системи кондиціонування, теплоізоляція, містки холоду, енергозберігаючі технології.

Abstract

The main types insulation of facades buildings are presented. Also the main strengths, weaknesses and prospects of the thermal modernisation in the domestic construction is discussed.

Key words: ventilated facade, building energy-efficient, heat, wet facade systems, air conditioning, insulation, thermal bridges, energy saving technology.

Протягом довгого часу питанню енергозбереження в будівництві не приділялось належної уваги. Особливо суттєві недоліки допускались в порушенні теплозахисних якостей конструкцій будівель. Зокрема, до введення в дію у 2006 році нового нормативного документа із забезпечення теплоізоляції будівель, в Україні нормативний опір теплопередачі був занижений проти європейських норм по стінах – в 1,2...3,5 рази, по покриттях й перекриттях – в 3 рази, по вікнах – в 1,3 -2 рази. Тому на даний час в нашій країні майже всі будівлі потребують капітального ремонту огорожувальних конструкцій із приведенням їх теплозахисту у відповідність до сучасних норм. Через невідповідність теплозахисту будівель сучасним нормам на теплопостачання житла в Україні витрачається в 1,5 разу більше енергоресурсів в перерахунку на 1 м² загальної площі, ніж в США, в 2,5...3,0 рази більше, ніж в Швеції

При проектуванні, будівництві та експлуатації будівель захисні конструкції повинні мати якості, що забезпечують можливість підтримання необхідного мікроклімату в приміщеннях й температурно-вологісного режиму самих захисних шарів. Знання закономірностей фізичних процесів, що відбуваються в захисних конструкціях, дозволяють за результатами моделювання фізико-технічних параметрів обрати оптимальні матеріали та конструктивні рішення, чим забезпечити необхідні експлуатаційні якості та довговічність і вирішити проблеми енергозбереження.

Велике піднесення у енергозбереженні країни почалося з початку стрімкого розвитку будівництва каркасно-монолітних будинків. Використання такої технології не тільки підвищує якість рівня будівництва і його різноманітні архітектурні рішення, а й відкриває великі можливості в області утеплення огорожувальних конструкцій. Це зумовлене тим, що зовнішні стіни поверхнево опираються на міжповерхові покриття і не виконують несучу спроможність. Завдяки цьому можливе використання у якості матеріалів для стін легких ніздрюватих бетонів з невеликою міцністю на стиск. Основні ніздрюваті бетони, які використовують в будівництві в великій кількості – це газобетон та пінобетон. Ці штучні пористі матеріали володіють малою теплопровідністю і слугують гарною теплоізолюючою основою, яку можна поєднати з різними конструктивними рішеннями утеплення фасадів.

Проблема теплоізоляції фасадів як одна з найважливіших складових проблем енергозбереження останнім часом стала однією з найбільш актуальних в будівництві каркасно-монолітних будівель. Комплексна теплоізоляція будівлі забезпечує: економію коштів на опалення; комфортний волого-температурний мікроклімат в приміщенні; теплозвукоізоляцію; неповторність фасаду за рахунок кольорового вирішення; довговічність огорожувальних конструкцій (не «промерзають»); економію внутрішньої площі приміщення за рахунок розміщення утеплювача ззовні захисної конструкції.

Сьогодні в Україні застосовується декілька систем фасадного утеплення - навісні вентильовані фасади, так звана «колодязна» кладка з утеплювачем, система скріпленої теплоізоляції [1]. Проте найбільш ефективною, на думку багатьох фахівців, є система скріпленої теплоізоляції («мокрий» метод). Вона однаково ефективна для будь-яких конструктивних схем будівлі - каркасно-монолітних, великопанельних, блочних, цегляних та ін. Це підтверджує і досвід розвинених західних країн: «скріплена» теплоізоляція, за даними компанії «Хенкель Баутехнік (Україна)», займає близько 70% ринку теплоізолюючих конструкцій[2]. Частка вітчизняного ринку системи утеплення легким

«мокрим» методом, сьогодні становить приблизно 18%. Цей показник, за прогнозами фахівців, в найближчому майбутньому повинен помітно збільшитися, оскільки поступове подорожчання енергоресурсів змусить більш економно розпоряджатися енергоносіями.

Питання застосування систем теплоізоляції фасадів як одного з найважливіших заходів по боротьбі з тепловтратами будівлі аж ніяк не нове. Проте до цих пір воно так і не вирішене. Основна проблема теплоізоляції в сучасному вітчизняному монолітно-каркасному житловому будівництві - промерзання в місцях з'єднання конструкцій, виникнення так званих «містків холоду», і її не завжди можна вирішити повною мірою застосуванням систем фасадного утеплення, що використовуються у вітчизняному будівництві. Правильне подолання містків холоду дозволяє підвищити теплотехнічні показники будівлі.

Сучасні операційні середовища, технічні платформи та спеціалізовані програмні комплекси для розрахунку термічного опору, вмісту вологості та температурних полів конструкцій дозволяють не тільки зробити теплотехнічні розрахунки, а і дослідити конструкцію в місцях найбільших тепловтрат. Володіючи таким інструментарієм, можна отримати дуже докладну інформацію про те, чи вистачає утеплення в даній конструкції, де її слабкі термічні місця, на що слід звернути увагу в першу чергу. Так само як і при натурних випробуваннях, спеціаліст, приступаючи до розрахунку, повинен знати, що він чекає від результатів випробування, які ефекти він очікує виявити.

Критерієм обрання того чи іншого варіанту утеплення, є технічні та економічні критерії. Так, перевагами «мокрого фасаду» є: запобігання просадкових і механічних деформацій стіни, а також збільшення їхнього строку експлуатації, завдяки малим коливанням температури в конструкційному шарі та високі гідрофобні властивості стін (або значне обмеження абсорбції вологи через зовнішню поверхню системи) ; проте монтаж можливий при температурі не нижче +5 ° С, та його небажано проводити при підвищеній вологості повітря (і тим більше опадів). Колодязна кладка – це висока теплова ефективність, висока стійкість конструкції до дії вогню, огорожувальні конструкції мають відносно невелику вагу і товщину; проте цій конструкції властиві низькі контроль придатність і ремонтпридатність, тому діагностувати і виправити помилку, якщо вона допущена при монтажі або при проектуванні, дуже складно і дорого; як правило, точка роси в таких конструкціях, знаходиться в утеплювачі, тому в ньому накопичується волога. Вентильовані фасади володіють низкою переваг: не потрібне попереднє вирівнювання несучої стіни, виключаються клейові і інші «мокрі» процеси, тому що всі елементи конструкції кріпляться і з'єднуються механічно, тривалий термін безремонтної експлуатації; проте недотримання передбачених альбомами технічних рішень конструктивних методів щодо забезпечення пожежної безпеки навісних фасадів призводить до зниження пожежної безпеки будівлі, також цей метод характеризується порівняно великими витратами.

При порівнянні за результатами ТЕП кожного із розглянутих варіантів утеплення стін найбільш економічним є варіант стіни по типу «мокре утеплення».

Головною метою використання фасадних систем утеплення для енергоефективного будівництва має бути доведення до мінімуму витрат енергії на опалення та вентиляцію, поширення залучення енергії сонця і використання внутрішніх джерел тепла, та тривала економія коштів після первісно більш високих інвестицій. При цьому засоби досягнення цієї мети однакові у всіх типах енергозберігаючих будинків, вони лише застосовуються в різних масштабах.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Симонова І. М. Теплогазопостачання і вентиляція житлових будинків: Навч. посіб. / І. М. Симонова, В. М. Долголаптев, О. К. Ніколаєва, С. І. Симонов. – Алчевськ: ДонДТУ, 2011. – 369 с.
2. Максютя С. Сухо і комфортно / С. Максютя // КОНТРАКТИ. - №22. - Червень 2015р. - Режим доступу: <http://archive.kontrakty.ua/gc/2005/22/8-pravila-roztinu.html?lang=ua>

Ваховський Св'яtosлав Олегович – студент, група Б-15мс, Факультет будівництва, теплоенергетики та газопостачання, Вінницький національний технічний університет

Науковий керівник: Сердюк Тетяна Василівна – к.е.н., доцент кафедри будівництва, міського господарства і архітектури. Вінницький національний технічний університет, Вінниця. serdyuktanya@gmail.com

Svyatoslav O. Wahovskiyy – studen. The faculty of building, power engineering and gas supply, Vinnytsia National Technical University.

Supervisor: Tatiana V. Serdyuk - PhD, assistant professor of the Department of construction, urban and architecture. Vinnitsa National Technical University, Vinnytsa. serdyuktanya@gmail.com

Стан енергоефективності в Україні та світі

Вінницький національний технічний університет

Анотація

Розглянуто стан та рівень енергоефективності в Україні порівняно із світовим досвідом, запропоновано шляхи вирішення проблеми високої енергоємності житлового фонду.

Ключові слова: енергоефективність, енергозберігаючий будинок, джерела тепла, енергоекономний будинок, системи кондиціонування, теплоізоляція, енергозберігаючі технології.

Abstract

The state of energy efficiency in Ukraine and other countries in the world is discussed. The main ways of solution of the problem energy saving is analyzed.

Key words: energy efficiency, energy house, heat sources, energy-efficient home, air conditioning systems, energy saving technologies.

Вступ

Під енергоефективним будівництвом розуміють створення будинків, що потребують менше енергії на опалення, вентиляцію, охолодження, освітлення, тощо у порівнянні з більшістю наявних на даний час будинків.

Метою енергетично-доцільного будівництва є скорочення споживання енергоресурсів. Завдяки скороченню споживання енергії в ситуації стрімкого вичерпання запасів вугілля, газу та нафти, ми не лише знижуємо викиди вуглекислого газу (CO₂), але й наші витрати на енергію.

В останні десятиріччя у процесі постійного розвитку з'явилися нові форми енергетично-розумних та економних будівельних форм. Їх потенціал енергозбереження та пов'язаної з цим економії фінансів розкривається насамперед в процесі дуже вигідної експлуатації такого типу будинків, адже висока якість будівництва та високий потенціал економії протягом експлуатації є особливо привабливими для власників-забудовників. Також у випадку продажу нерухомості тема енергоефективності стане в майбутньому, як це вже сьогодні загально прийнято у Західній Європі, вирішальною для забудовників. Адже опалення взимку та охолодження влітку — це серйозні статті витрат в експлуатації будинку.

Основна частина

Показники енергоспоживання у старих будинків захмарні. Ми буквально опалюємо вулицю, і це, на жаль, вже не в переносному значенні — у містах завжди тепліше, ніж в селі, і це також тому, що наші будинки випромінюють тепло. У порівнянні з країнами ЄС, витрати енергії для опалення в Україні є у 2 – 3 рази вищими (клас будівель F, E). В Європі це - D, C. За новими нормами енергопотребителів будівель віднесено до класу – B. Реально проведена комплексна термомодернізація споруд сьогодні дозволяє досягати як ДБН-значення (клас B) так і перспективного значення (клас – A). При цьому втрати теплової енергії будинком, а також потенціал енергозбереження сьогодні має такий розподіл :

- зовнішні стіни – 40 % (потенціал економії – 70 %);
- вікна, двері – 25 % (потенціал економії – 50 %);
- вентиляція – 15 % (потенціал економії 65 %);
- гаряча вода – 10 % (потенціал економії – 30 %);
- дах, підлога – 8 % (потенціал економії – 50 %);
- трубопроводи, арматура – 2 % (потенціал економії 35 %).

Для того, щоб реалізувати дійсно доцільні заходи реконструкції будинку за стандартом енергоефективності або у будівництві нового енергозберігаючого будинку потрібно індивідуально дослідити усі точки, в яких будинок взимку втрачає тепло, а влітку — енергію

на охолодження. Адже тільки за умови добре продуманого, всебічно обґрунтованого застосування інженерних технологій можливо побудувати домівки, школи та фабрики майбутнього.

Під час проведення дослідження необхідно уважно розглянути кожний окремий будівельний елемент на предмет його актуального стану та потенціалу оптимізації, з тим, щоб застосувати найбільш доцільні заходи. Наші будинки витрачають енергію багатьма шляхами, у той час як параметри, завдяки яким можна отримувати додаткове тепло в дім, не оптимізуються. Поряд з великими витратами тепла у багатьох будинках не використовується потенціал сонця для пасивного нагрівання будинку, тому що такі будинки мають лише дуже маленькі вікна на півдні. В енергозберігаючому будинку наявна пасивна енергія, така, як сонячне світло, а також внутрішні джерела енергії, такі як випромінювання тепла людьми та побутовою технікою, оптимально використовується для опалення будинку.

При будівництві енергоекономного будинку слід звертати увагу на оптимальний показник відношення A/V (площу зовнішньої поверхні будинку розділити на об'єм будинку — фактор зовнішньої поверхні). Цей показник має бути якомога нижчим. Отже геометрично-компактні споруди мають найменший рівень витрат тепла, тому що їх внутрішній об'єм обмежується мінімальною площею зовнішньої поверхні.

Особливо якісна теплоізоляція, як вже зазначалось, допоможе берегти енергію також і влітку, адже теплоізоляція утримує спеку ззовні і як що Ви, наприклад, будете відкривати вікна лише ввечері, то таким чином Ви зможете повністю обходитись без системи кондиціонування.

Висока герметичність конструкції запобігає неконтрольованому обміну повітря, що має великі переваги для Вас: не втрачається коштовна опалювальна енергія, приємний внутрішній клімат у приміщенні не порушується повітряними протягами, на теплоізованих конструкціях не виникають будівельні дефекти, пов'язані з їх постійним зволоженням (тепле внутрішнє повітря, що має в собі вологу, виходить крізь конструкції будівлі на зовні і при охолодженні виділяє цю вологу в конструкційні елементи у вигляді конденсату.

У сучасних будинках вікна використовуються лише для освітлення та провітрювання приміщень. Однак, якщо вікна відповідають сучасному стану технічного розвитку, то вони можуть виконувати набагато більше корисних функцій. В енергозберігаючому, а також в пасивному будинках вікна виконують роль «пасивних» накопичувачів сонця — взимку вони збирають сонячну енергію, яка обігріває приміщення, розташовані за цими вікнами. Влітку вікна з високим показником теплопередачі утримують спеку ззовні будинку за аналогічним принципом. На південній стороні будинку вікна необхідно додатково затінювати маркізами, для того, щоб приміщення постійно залишались приємно прохолодними і ми не витрачали енергію на кондиціонування повітря.

Одним з показників по втраті тепла у будинку — це містки холоду. Конструкційні елементи будівлі, через які скоріше проходить вихід тепла назовні, ніж через прилеглі до них інші будівельні елементи.

Використання відновлювальної енергії перш за все сонячної, геотермальної енергії, біомаси, а також енергії води та вітру — доцільно використовувати у будівництві, що дає можливість позбутися залежності від споживання газу та нафти.

Отже, метою енергоефективного будівництва має бути доведення до мінімуму витрат енергії на опалення та вентиляцію, поширення залучення енергії сонця і використання внутрішніх джерел тепла, та тривала економія коштів після первісно більш високих інвестицій. При цьому засоби досягнення цієї мети однакові у всіх типах енергозберігаючих будинків, вони лише застосовуються в різних масштабах.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Проект GTZ «Енергоефективна забудова –пілотний проект в Україні» [Електронний ресурс] / Режим доступу: www.eepp.org.ua

2. Держенергоефективності України. [Електронний ресурс] /Режим доступу: <http://saee.gov.ua/uk/activity/plany-ta-zvity>

3.Шевцов В., Бараннік В., Земляний М. Рязова Т. Енергоефективність у регіональному вимірі. Проблеми та перспективи. Аналітична доповідь // Регіональний філіал Національного інституту стратегічних досліджень в м. Дніпропетровську. – Дніпропетровськ, 2014. – С. 5–12).

Ровенчак Тетяна Гаврилівна – асистент кафедри будівництва, міського господарства і архітектури. Вінницький національний технічний університет, Вінниця, e-mail: tet.grigorenko@yandex.ua

Ваховський Св'яtosлав Олегович – студент групи Б-15мс, факультет будівництва теплоенергетики та газопостачання, Вінницький національний технічний університет

Rovenchak Tatiana Gavrilovna - assistant of construction, urban and architecture. Vinnitsa National Technical University, Vinnytsia, e-mail: tet.grigorenko@yandex.ua

Wahovskiy Svyatoslav Olegovich – - a student of B-15ms, Department of construction of thermal power and gas, Vinnytsia National Technical University

Модернізація ЖКГ – основа забезпечення належного рівня якості життя

Вінницький національний технічний університет

Анотація

Впровадження сучасних енергозберігаючих технологій та систем опалення сприятиме виведенню України з енергетичної та економічної кризи, а також забезпечить вихід вітчизняної економіки на рівень передових країн в енергетичній ефективності.

Ключові слова:

енергоефективність; споживання газу; комунальна теплоенергетика; системи опалення; теплові мережі; індивідуальні теплові пункти; теплові насоси.

Abstract

The problem of introduction of modern energy saving technologies and heating system in Ukraine is analysed. The actual problem of improving energy efficiency of the domestic economy and housing is discussed.

Keywords: energy efficiency; consumption of gas; municipal power system; heating system; heating systems.

Великі обсяги споживання природного газу в побуті стали наслідком як високого ступеню газифікації помешкань в країні та його неефективного використання, так і штучного завищення даних про споживання газу населенням. Неефективне використання викликано багаторічною державною політикою стримування роздрібної ціни на газ для населення та його непрямого державного субсидіювання. А штучне завищення споживання дозволяло отримувати прибутки з різниці в ціні між «дешевим» газом для населення та «дорогим» газом для інших споживачів.

Значне зменшення обсягів споживання природного газу населенням в останні два роки є гордістю урядовців. Статистичні обсяги споживання газу дійсно значно скоротилися – на 13% та 34% в 2014 та 2015, відповідно, відносно середнього рівня 2012-2013рр.[1]

Зменшення фізичних обсягів споживання газу населенням було досягнуто за рахунок:

- Природних факторів, які не залежать від людини – більш високої температури в опалювальний період;
- Цілеспрямованих заходів населення, націлених на скорочення споживання газу, що вмотивовані в основному скорочувати споживання в наслідок зростання ціни на газ.

Зменшення видимого (статистичного) споживання було досягнуто за рахунок:

- зменшення норм споживання газу споживачами, які не обладнанні лічильниками газу та які встановлює держава;
- перехід споживачів із категорії, коли вони розраховувались за газ за нормами споживання, в категорію споживачів, які розраховуються за нього за лічильником[2].

Найбільший вплив на споживання газу населенням в 2014-2015 роках справило зростання його роздрібної ціни (зменшення споживання в 2015 році на 2.1 млрд м³), зменшення норм споживання без лічильника (зменшення на 0.6 млрд м³) та більш м'яких погодних умов в опалювальний період (зменшення на 0.57 млрд м³) в порівнянні із базовим періодом.

Державна програма “Теплі кредити” мала незначний вплив на загальні обсяги споживання газу та потенційно могла забезпечити дуже незначний вклад в загальні обсяги скорочення споживання газу в 2015 році – не більше 70 млн м³.

Аналіз структури прогнозованого паливно-енергетичного балансу України на період до

2030 р. свідчить, що потреба України в газі залишиться досить значною (близько 35 млрд.куб.м на рік). складе 28 і 17 млрд.куб.м. або 54% і 36%[3].

Комунальна теплоенергетика - основний споживач природного газу в житлово-комунальній сфері:

- налічує 21792 котелень всього, у тому числі - комунальних 14000. Їх сумарна потужність - 70,5 млн. Гкал/рік, приєднане теплове навантаження - 49,0 млн. Гкал/рік;
- підприємства завантажені лише на 70 %, значна частина котлів має коефіцієнт корисної дії (к. к. д.) менше 82 %, техніка експлуатується понад 20 років, використання недосконалого і застарілого обладнання призводить до перевитрат палива на 20 % стосовно світового рівня, до значного забруднення навколишнього середовища;
- теплові мережі у двотрубному обчисленні складають понад 21700 км, у т. ч. попередньо тепло ізольовані труби - лише 854 км або 3,9 %. В аварійному стані перебуває 2434,3 км або 11,2 % трубопроводів;
- норма перекладання тепломереж - 900 км щорічно, замінюються тільки 500 км, недоремонт - понад 45 %.

Внаслідок зазначеного - втрати теплової енергії складають 13 млн. Гкал щорічно або 11 % обсягів відпущеної теплової енергії. У перерахунку на природний газ - понад 2,1 млрд. куб. м або 15 % його загального споживання галуззю.

Витрати енергоресурсів на одиницю виготовленої продукції та наданих комунальних послуг більш ніж у 1,5 рази перевищують зарубіжні показники.

Витрати палива на вироблення 1 Гкал тепла в комунальній теплоенергетиці становлять 160 - 180 кг у. п., в розвинутих країнах - 145 - 150 кг[4].

Аналіз сучасних технічних можливостей, досягнень науки і техніки свідчать про можливість зменшення втрат природного газу у використанні, транспортуванні та постачанні газу у середньому по країні на 22 %.

Модернізація ЖКГ є необхідною складовою якісного життя населення України, а це:

- індивідуальні та дахові котельні;
- заміна теплових мереж та використання якісних матеріалів;
- встановлення міні-котельнів (ІТП - індивідуальні теплові пункти);
- використання енергії сонця та встановлення сонячних колекторів;
- встановлення теплових насосів;
- встановлення сонячних батарей чивітряків;
- сучасні та енергоефективні котельні установки.

Для модернізації в житлово-комунальному господарстві необхідно виконати низку заходів:

- відновити та будувати нові малі гідроелектростанції;
- котельні перевести на альтернативні види палива;
- за рахунок інвесторів у державних установах влаштувати енергозберігаючі сучасні системи опалення;
- стимулювати населення до енергозберігаючих заходів, шляхом зниження банківських кредитних ставок;
- сприяти залученню інвестицій для закупівлі нового ефективного обладнання, яке надасть змогу економити ресурси;
- використовувати енергію сонця та землі;
- встановити лічильники та регулятори теплової енергії на усіх будинках, де є централізоване теплопостачання;
- розробити механізм стимулюючого тарифоутворення для підприємств теплоенергетики таким чином, щоб стимулювати інвестиції останніх у підвищення своєї ефективності і зменшення втрат тепла в теплотрасах.

В іншому випадку всі втрати від своєї неефективності постачальники закладатимуть у тариф, і держава (через систему субсидій) разом з кінцевими споживачами будуть оплачувати цю неефективність.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Використання енергетичних матеріалів та обсяги споживання природного газу. Державний комітет статистики України. Електронний ресурс. // Офіційний сайт Державного комітету статистики України. – Доступний з: <http://www.ukrstat.gov.ua>
2. Обсяги споживання природного газу в Україні. Електронний ресурс. // Сайт нафтогаз України. – Режим доступу: <http://www.naftogaz.com> . – Назва з екрану.
3. Стан житлово-комунального господарства України [Електронний ресурс]-
<http://www.gazanet.com.ua/uk/solnechnie-kollektori>
4. Енергозберігаючі системи опалення [Електронний ресурс]-<http://progress21.com.ua/ua/solar-collectors/Solar-collectors-in-the-world>.

РовенчакТетянаГаврилівна– асистент кафедри будівництва, міськогогосподарства і архітектури. Вінницький національний технічний університет, Вінниця, e-mail: tet.grigorenko@yandex.ua

Квасюк Юлія Олександрівна – студентка групи Б-15мс, факультет будівництва теплоенергетики та газопостачання, Вінницький національний технічний університет

Rovenchak Tatiana Gavrilovna - assistant of construction, urban and architecture. Vinnitsa National Technical University, Vinnytsia, e-mail: tet.grigorenko@yandex.ua

Julia AlexandrovnaKvasyuk– - a student of B-15msFaculty of Construction, Heat Power Engineering and Gas Supply, Vinnytsia National Technical University

Сучасний стан житлово-комунального господарства та перспективи розвитку

Вінницький національний технічний університет

Анотація

В даній доповіді розкриті проблеми житлово-комунального господарства України в даний час та розглянуто методи їх подолання.

Ключові слова: житлово-комунальне господарство; реформування галузі ЖКГ; житловий фонд; інженерні мережі.

Abstract

In this report the problems uncovered housing Ukraine is being discussed and methods to overcome them, housing, engineering networks.

Keywords: utilities; reforming housing; housing; network engineering.

Житлово-комунальна сфера – це на сьогодні чи не єдина галузь народного господарства, якої не торкнулися ринкові перетворення. Вона працює за найгіршими зразками радянських часів. Неприятливі економічні та інституційні умови функціонування галузі житлово-комунального господарства (ЖКГ) України, адміністративне втручання у ціноутворення та відсутність сильної політичної волі проводити структуровані реформи у секторі суттєво зменшують його ефективність. В результаті утворюється коло проблем: незадовільні економічні умови, спричинені розповсюдженням сприйняттям комунальних послуг як необхідних громадських товарів і тому безкоштовних, а не як економічних товарів, виробництво яких потребує значних витрат, призвели до серйозних проблем, такі як некомпенсовані збитки виробництва, накопичення боргів, відсутність стимулів до інвестування [1].

Збільшується кількість старого та аварійного житлового фонду, матеріально-технічна база житлово-комунального господарства вкрай зношена, обладнання застаріле та енергомістке. Фізичне та моральне старіння конструкцій і внутрішніх систем житлових будівель стало головною причиною зниження якості комунальних послуг, погіршення комфортності, надійності та безпечності умов проживання мешканців міста. З іншої сторони, поганий фізичний стан внутрішньобудинкових систем, низькі теплозахисні властивості огорожувальних конструкцій та відсутність у споживачів технічної можливості для керування споживанням теплової енергії призводять до невиправдано високого рівня обсягів споживання тепла і питної води. Відповідно неухильно збільшуються обсяги нарахувань з оплати послуг з теплозабезпечення для мешканців, що особливо гостро проявилось в умовах стрімкого зростання вартості енергоносіїв в Україні [2].

Крім того споживачі не мають можливості самостійно контролювати обсяг та якість представлених комунальних послуг, відмовитись від них чи обрати їх вартість, оскільки незрозуміло, що саме рахують спожитим продуктом: ресурси, щодо яких розраховують нормативи споживання, чи параметри комфорту, що залежить від надання або відсутності послуги та якості роботи ЖКГ.

Тому, необхідно ліквідувати монополії в комунальному секторі. Чесна і прозора конкуренція серед надавачів послуг може створити вибір, а населення зможе отримати якісні послуги за помірну ціну. Потрібно упорядкувати тарифну політику, яка була б прозорою і зрозумілою для споживачів, коли тарифи залежать від якості. Запровадити використання енергозберігаючих систем, що в свою чергу дасть можливість істотно зменшити витрати споживача.

При реформуванні системи ЖКГ необхідно виконувати активне делегування органам місцевої влади функцій управління та регулювання підприємствами. Нова структура управління та задекларована програмою реформування галузі політика залучення приватного сектору створює нові вимоги до системи державного регулювання природних монополій у сфері житлово-комунального господарства.

Планування розвитку житлово-комунального господарства необхідно пов'язувати з розвитком підприємств і організацій будь-яких форм власності, що повинні в пайовому порядку брати участь у фінансуванні будівництва, розширенні і реконструкції комунальних об'єктів та інженерних мереж. Воно включає не лише визначені рівні показників ефективності і заходи, що забезпечують плановий рівень, але і є не відділеним від планування господарського комплексу. Для практичного вирішення питань інтенсифікації житлово-комунального господарства необхідно в підгалузях розробити комплексні довгострокові програми, у яких передбачити: поглиблення спеціалізації, розвиток потужностей, створення ринку житлово-комунальних послуг, упровадження нових машин, механізмів, приладів обліку і регулювання, механізації технологічних процесів і т.д.

Впровадження заходів щодо удосконалення організаційно-економічного механізму управління житлово-комунальним господарством приводить до зміни показників, що характеризують діяльність підприємств, організацій і галузі в цілому. Тому необхідно враховувати вплив цих заходів на зниження собівартості продукції, послуг, зростання продуктивності праці, приріст обсягу виробництва і т.п.

Задоволення потреб населення в житлово-комунальних послугах необхідної кількості і видів можливе лише при забезпеченні необхідними виробничими потужностями відповідно до раціональних норм [3].

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Проблеми житлово-комунального сектора в Україні [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://www.osbbua.org/2010/07/problems-zhytlovo-komun>
2. Шляхи розвитку житлово-комунального господарства [Електронний ресурс]. – Режим доступу: http://e-works.com.ua/work/641_Shlyahi_rozvitky_jitlovo_komynalnogo_gospodarstva.html
3. Строкань Т. Соціально-економічна оцінка територіальної організації житлово-комунального господарства в регіонах // Економіст. - 2002. - № 3. - С. 70-73

Дорохова Наталія Дмитрівна — студентка групи Б-13, Факультет будівництва, теплоенергетики та газопостачання, Вінницький національний технічний університет, м. Вінниця, e-mail: dorohovand96@gmail.com

Ровенчак Тетяна Гаврилівна — асистент кафедри будівництва, міського господарства та архітектури, Факультет будівництва, теплоенергетики та газопостачання, Вінницький національний технічний університет, м. Вінниця, email: tet.grigorenko@yandex.ua

Dorohova Nataliya D. — student, Department of Building Heating and Gas Supply, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia city, email: dorohovand96@gmail.com

Rovenchak Tatiana G. — assistant department of civil engineering, architecture and municipal economy, Faculty for Civil Engineering, Thermal Power Engineering and Gas Supply, Vinnytsia national technical university, Vinnytsia city, email: tet.grigorenko@yandex.ua

Мережне наукове видання

Матеріали XLVI науково-технічної конференції
підрозділів Вінницького національного
технічного університету (НТКП ВНТУ-2017)

15-24 березня 2017 року

Збірник доповідей

Матеріали подаються в авторській редакції

Підписано до видання 15. 06. 2017 р.
Гарнітура Times New Roman. Обсяг 6,7 Мб.

Видавець та виготовлювач
Вінницький національний технічний університет,
інформаційний редакційно-видавничий центр.

ВНТУ, ГНК, к. 114.
Хмельницьке шосе, 95,
м. Вінниця, 21021.
Тел. (0432) 59-85-32, 59-81-59,
press.vntu.edu.ua,
E-mail: kivc.vntu@gmail.com.

Свідоцтво суб'єкта видавничої справи
серія ДК № 3516 від 01.07.2009 р.